Annulé le : 01/09/2014

Avis Technique 21/11-19*V1

Edition intégrant un modificatif

Annule et remplace l'Avis Technique 21/11-19

Module photovoltaïque verre/polymère mis en œuvre en toiture

Procédé photovoltaïque
Photovoltaic system
Photovoltaiksystem

Just Roof™

Titulaire : Suntech Power Holding Co.,Ltd
17-6 Chang Jiang South Road New District
214028 Wuxi, CHINA
Tél. : +86-510-8531-8888 / 5187
Fax : +86-510-8534-3321
Internet : www.suntech-power.com/en/

Distributeur : Suntech Europe France
55 rue Blaise Pascal
FR - 38330 Montbonnot
Tél. : +33 (0) 476 446 275
Fax : +33 (0) 438 240 495
Internet : www.suntech-power.com

Avis Technique non valide

Commission chargée de formuler des Avis Techniques et Documents Techniques d'Application

(arrêté du 21 mars 2012)

Groupe Spécialisé n° 21

Procédés photovoltaïques

Vu pour enregistrement le 20 août 2012

Secrétariat de la Commission des Avis Techniques et Documents Techniques d'Application
CSTB, 84 avenue Jean Jaurès, Champs-sur-Marne, FR-77447 Marne-la-Vallée Cedex 2
Tél. : 01 64 68 82 82 - Fax : 01 60 05 70 37 - Internet : www.cstb.fr

Les Avis Techniques sont publiés par le Secrétariat des Avis Techniques, assuré par le CSTB. Les versions authentifiées sont disponibles gratuitement sur le site internet du CSTB (http://www.cstb.fr)
© CSTB 2012

Le Groupe Spécialisé n° 21 "Procédés photovoltaïques" de la Commission chargée de formuler des Avis Techniques et Documents Techniques d'Application a examiné, le 7 juin 2012, la modification destinée à la prise en compte de l'évolution de la réglementation parasismique pour le procédé photovoltaïque "Just Roof™", présenté par la société Suntech Power Holding Co. Il a formulé sur ce procédé l'Avis Technique ci-après. Cet Avis est formulé pour les utilisations en France européenne. Il annule et remplace l'Avis Technique 21/11-19.

1. Définition succincte

1.1 Description succincte

Procédé photovoltaïque, mis en œuvre en partie courante de toiture sur charpentes bois avec liteaux, en remplacement de petits éléments de couverture (tuiles à emboîtement ou à glissement à relief à l'exception des tuiles canal, des tuiles plates ou ardoises).

Il est destiné à la réalisation d'installations productrices d'électricité solaire.

Il intègre :

- un (des) module(s) photovoltaïque(s), de puissance comprise entre 175 Wc et 205 Wc, muni(s) d'un cadre en profils d'aluminium,
- un système de montage permettant une mise en œuvre en toiture des modules en mode "portrait".

La mise en œuvre est associée à un écran de sous-toiture.

1.2 Identification

Les marques commerciales et les références des modules sont inscrites à l'arrière du module reprenant les informations suivantes : le nom du module, son numéro de série, ses principales caractéristiques électriques ainsi que le nom et l'adresse du fabricant. Cet étiquetage fait également mention du risque inhérent à la production d'électricité du module dès son exposition à un rayonnement lumineux.

Les autres constituants sont identifiables par leur géométrie particulière et sont référencés, lors de leur livraison, par une liste présente sur les colis les contenant.

2. AVIS

Le présent Avis ne vise pas la partie courant alternatif de l'installation électrique, ni l'onduleur permettant la transformation du courant continu en courant alternatif.

2.1 Domaine d'emploi accepté

Domaine d'emploi proposé au § 1.2 du Dossier Technique :

- aux dispositions énoncées dans le § 2.232 "Sécurité en cas de séisme" du présent Avis.
- à des longueurs de rampant projetées au dessus des abergements hauts égales à 1 m maximum.

2.2 Appréciation sur le produit

2.21 Conformité normative des modules

La conformité des modules photovoltaïques cadrés à la norme NF EN 61215 permet de déterminer leurs caractéristiques électriques et thermiques et de s'assurer de leur aptitude à supporter une exposition prolongée aux climats généraux d'air libre, définis dans la CEI 60721-2-1.

2.22 Données environnementales et sanitaires

Il n'existe pas de FDES pour ce procédé.

Il est rappelé que les FDES n'entrent pas dans le champ d'examen d'aptitude à l'emploi du procédé.

2.23 Aptitude à l'emploi

2.231 Fonction génie électrique

Sécurité électrique du champ photovoltaïque

- Conducteurs électriques

Le respect des prescriptions définies dans la norme NF C15-100 en vigueur, pour le dimensionnement et la pose, permet de s'assurer de la sécurité et du bon fonctionnement des conducteurs électriques.

Les câbles électriques utilisés ont une tenue en température ambiante de - 40 °C à + 90 °C ou de - 40 °C à + 110 °C et peuvent être mis en œuvre jusqu'à une tension de 1 000 V en courant continu, ce qui permet d'assurer une bonne aptitude à l'emploi des câbles électriques de l'installation.

- Protection des personnes contre les chocs électriques

Les modules photovoltaïques cadrés sont certifiés d'une classe d'Application A selon la norme NF EN 61730, jusqu'à une tension maximum de 1 000 V DC et sont ainsi considérés comme répondant aux prescriptions de la classe de sécurité électrique II jusqu'à 1 000 V DC.

Les connecteurs MC 4 de la société MULTICONTACT utilisés, ayant un indice de protection IP 67, sont des connecteurs débrochables permettant un bon contact électrique entre chacune des polarités et assurant également une protection de l'installateur contre les risques de chocs électriques.

L'utilisation de rallonges électriques (*pour les connexions éventuelles entre modules, entre séries de modules et vers l'onduleur, ...*) équipées de connecteurs de même fabricant, même type et même marque, permet d'assurer la fiabilité du contact électrique entre les connecteurs.

La réalisation de l'installation photovoltaïque conformément au guide UTE C 15-712-1 en vigueur permet d'assurer la protection des biens et des personnes.

L'utilisation de vis MSZ-N2 et rondelles crantées fixées dans le trou de chaque module et dans chaque rail, ceci afin d'assurer un raccordement en peigne des masses métalliques, permet d'assurer la continuité de la liaison équipotentielle des masses du champ photovoltaïque lors de la maintenance du procédé.

Sécurité par rapport aux ombrages partiels

Le phénomène de "point chaud" pouvant conduire à une détérioration du module est évité grâce à l'implantation de trois diodes bypass sur chacun des modules photovoltaïques.

Puissance crête des modules utilisés

Les modules "MSZ ***J-C " et "MSZ***J-D" ont une puissance crête comprise entre 175 Wc et 205 Wc.

2.232 Fonction Couverture

Stabilité

La stabilité du procédé est convenablement assurée sous réserve :

- d'un calcul au cas par cas des charges climatiques appliquées sur la toiture, pour vérifier que celles-ci n'excèdent pas :
  - 1 950 Pa sous charges de neige normales (*selon les règles NV65 modifiées*),
  - 1 670 Pa sous charges de vent normales (*selon les règles NV65 modifiées*),
- d'une reconnaissance préalable de la charpente support vis-à-vis de la tenue des fixations,
- que la toiture d'implantation présente un entraxe maximum entre chevrons de 840 mm.

Sécurité en cas de séisme

Au regard de l'arrêté du 22 octobre 2010, modifié par l'Arrêté du 19 juillet 2011, relatif à la classification et aux règles de construction parasismique applicables aux bâtiments de la classe dite « à risque normal », les applications du procédé sont limitées :

- en zone de sismicité 1 : aux bâtiments de catégories d'importance I à IV,
- en zone de sismicité 2 : aux bâtiments de catégorie d'importance I et II,
- en zone de sismicité 3 et 4 :
  - aux bâtiments de catégorie d'importance I,
  - aux bâtiments de catégorie d'importance II remplissant les conditions des Règles de Construction Parasismiques PS-MI "Construction parasismique des maisons individuelles et bâtiments assimilés".

Étanchéité à l'eau

La conception globale du procédé (*avec notamment des couloirs drainants)*, et ses conditions de pose prévues par le Dossier Technique permettent de considérer une étanchéité à l'eau satisfaisante.

Risques de condensation

Les mises en œuvre, telles que décrites dans le Dossier Technique, permettent de gérer les risques de condensation de façon satisfaisante grâce à l'utilisation d'un écran de sous-toiture sous le procédé.

Annulé le : 01/09/2014

Ventilation de la toiture

La mise en œuvre du procédé photovoltaïque telle que décrite dans le Dossier Technique et dans la notice de pose ne vient pas perturber la ventilation naturelle de la toiture qui doit être conforme au DTU concerné.

Sécurité au feu

Les modules photovoltaïques ne sont pas destinés à constituer la face plafond de locaux occupés.

Les critères de réaction et de résistance au feu, ainsi que le comportement au feu extérieur de toiture, prescrits par la réglementation doivent être appliqués en fonction du bâtiment concerné.

Aucune performance de comportement au feu n'a été déterminée sur ce procédé.

Dans le cas des Établissements Recevant du Public (*ERP*), la Commission Centrale de Sécurité (*CCS*) préconise par ailleurs la réalisation de mesures visant à assurer la sécurité des intervenants et des usagers (*voir "Avis de la CCS sur les mesures de sécurité à prendre en cas d'installation de modules photovoltaïques dans un ERP" – Relevé des Avis de la réunion du 5 novembre 2009 de la sous-commission permanente de la CSS*).

Sécurité des usagers

La sécurité des usagers au bris de glace des modules est assurée grâce au domaine d'emploi limité à la mise en œuvre du procédé sur toiture isolée ou au dessus de combles perdus.

Sécurité des intervenants

La sécurité des intervenants lors de la pose, de l'entretien et de la maintenance est normalement assurée grâce à la mise en place :

- de dispositifs permettant la circulation des personnes sans appui direct sur les procédés (*par exemple échelle de couvreur*),
- de dispositifs antichute selon la réglementation en vigueur : d'une part pour éviter les chutes sur les procédés et d'autre part, pour éviter les chutes depuis la toiture.

2.24 Durabilité - Entretien

La durabilité propre des composants, leur compatibilité, la nature des contrôles effectués tout au long de leur fabrication permettent de préjuger favorablement de la durabilité du procédé photovoltaïque dans le domaine d'emploi prévu.

Dans les conditions de pose prévues par le domaine d'emploi accepté par l'Avis, en respectant le guide de choix des matériaux (*voir le Tableau 1*) et moyennant un entretien conforme aux indications portées dans le Dossier Technique, la durabilité de cette couverture peut être estimée comme satisfaisante.

2.25 Fabrication et contrôle

Les contrôles internes de fabrication systématiques effectués dans les usines de fabrication permettent de préjuger favorablement de la constance de qualité de la fabrication du procédé photovoltaïque.

2.26 Mise en œuvre

La mise en œuvre des procédés photovoltaïques effectuée par des entreprises averties des particularités de pose de ce procédé (*d'une part, des entreprises qualifiées en couverture et d'autre part, des entreprises ayant les compétences requises en génie électrique, ayant la qualification QUALI'PV*) permet d'assurer une bonne réalisation des installations.

Les procédés photovoltaïques et les dispositions de mise en œuvre relèvent de techniques classiques d'incorporation en couverture mais nécessitent une certaine précision concernant la mise en place et le respect des distances entre éléments de montage.

2.3 Cahier des Prescriptions Techniques

2.31 Prescriptions communes

Ce procédé ne peut être utilisé que pour le traitement des couvertures, de formes simples, ne présentant aucune pénétration sur la surface d'implantation du procédé photovoltaïque.

Une reconnaissance préalable de la charpente support vis-à-vis de l'écran de sous toiture et de la tenue des fixations est à faire à l'instigation du maître d'ouvrage.

Les modules photovoltaïques doivent être installés de façon à ne pas subir d'ombrages portés afin de limiter les risques d'échauffement pouvant entraîner des pertes de puissance et une détérioration prématurée des modules.

Afin de protéger les biens et les personnes, l'installation photovoltaïque doit être réalisée conformément à la norme électrique NF C 15-100 en vigueur.

La réalisation de l'installation devra être effectuée conformément aux documents suivants en vigueur : norme électrique NF C 15-100, guide UTE C 15-712-1 et "Guide pratique à l'usage des bureaux d'étude et installateurs pour l'installation de générateurs photovoltaïques raccordés au réseau" édité par l'ADEME et le SER.

La continuité de la liaison équipotentielle des masses du champ photovoltaïque doit être maintenue, même en cas de maintenance ou de réparation.

En présence d'un rayonnement lumineux, les modules photovoltaïques produisent du courant continu et ceci sans possibilité d'arrêt. La tension en sortie d'une chaîne de modules reliés en série peut rapidement devenir dangereuse, il est donc important de prendre en compte cette spécificité et de porter une attention particulière à la mise en sécurité électrique de toute intervention menée sur de tels procédés.

2.32 Prescriptions techniques particulières

2.321 Livraison

La notice de montage doit être fournie avec le procédé.

2.322 Installation électrique

Les spécifications relatives à l'installation électrique décrites au Dossier Technique doivent être respectées.

2.323 Mise en œuvre

Chaque mise en œuvre requiert une vérification des charges climatiques appliquées sur la toiture considérée, au regard des contraintes maximales admissibles du procédé.

Les règles de mise en œuvre décrites au Dossier Technique et les dispositions mentionnées au § 2.222 "Stabilité" doivent être respectées.

Il est également nécessaire de noter que la mise en œuvre requiert une attention particulière concernant le calepinage du procédé et de sa pose, notamment lors du montage des rails de fixation.

Lorsque la surface de toiture accueillant le procédé ne dispose pas d'écran de sous-toiture, il sera obligatoire d'en ajouter un. Dans ce cas, le procédé doit obligatoirement être relié à l'égout. L'écran de sous-toiture devra être respirant HPV sous "Homologation Couverture" du CSTB avec un classement E1 ou sous Avis Technique avec un classement W1 selon la norme EN 13859-1. Il devra être mis en œuvre conformément aux dispositions définies soit, dans le Cahier du CSTB n° 3651, soit, dans l'Avis Technique le concernant, et complété par les indications du Dossier Technique.

La mise en œuvre, ainsi que les opérations d'entretien, de maintenance et de réparation du procédé photovoltaïque doit être assurée par des installateurs formés aux particularités du procédé et aux techniques de pose.

En cas de bris de glace ou d'endommagement d'un module photovoltaïque, un bâchage efficace doit être assuré et un remplacement de ce module défectueux réalisé dans les plus brefs délais.

2.324 Assistance technique

La société Suntech est tenue d'apporter son assistance technique à toute entreprise installant le procédé qui en fera la demande.

Conclusions

Appréciation globale

L'utilisation du procédé dans le domaine d'emploi accepté favorablement.

Validité

Jusqu'au 31 juillet 2014.

Pour le Groupe Spécialisé n° 21
Le Président
Georges CHAMBE

3. Remarques complémentaires du Groupe Spécialisé

Cet Avis Technique est une version consolidée de l'Avis Technique 21/11-19. Il intègre, dans sa partie « Avis », une modification du § 2.1 « Domaine d'emploi accepté » et l'ajout d'un paragraphe « Sécurité en cas de séisme » au § 2.232, destinés à prendre en compte l'évolution de la réglementation parasismique.

Les applications de ce procédé, en climat de montagne (*altitude > 900 m*), ne sont pas concernées par le domaine d'emploi accepté par l'Avis.

La spécificité du procédé impose que le procédé photovoltaïque soit toujours et obligatoirement reliée à l'égout, lorsque la toiture nécessite la pose d'un écran de sous-toiture.

Comme pour l'ensemble des procédés de ce domaine :

- Dans le cas de l'installation du procédé non reliée à l'égout, il est recommandé d'installer les modules photovoltaïques en partie supérieure de la couverture, en complément des dispositions constructives déjà prises pour assurer l'étanchéité à l'eau entre les éléments de couverture et les modules photovoltaïques,
- chaque mise en œuvre requiert :
  - une vérification des charges climatiques appliquées sur la toiture considérée, au regard des contraintes maximales admissibles du procédé,
  - une reconnaissance préalable de la charpente support vis-à-vis de la tenue des fixations,
- une attention particulière doit être apportée à la mise en œuvre afin de ne pas perturber la ventilation naturelle de la toiture.

Le Groupe Spécialisé souhaite également préciser que les préconisations relatives à l'installation électrique, conformes aux prescriptions actuelles du guide UTE C 15-712-1 en vigueur, nécessitent d'évoluer parallèlement aux éventuelles mises à jour de ce guide.

Le Rapporteur du Groupe Spécialisé n° 21
Nadège BLANCHARD

Annulé le : 01/09/2014

Dossier Technique
établi par le demandeur

A. Description

1. Description générale

1.1 Présentation

Procédé photovoltaïque, mis en œuvre en partie courante de toiture, sur charpentes bois avec liteaux, en remplacement de petits éléments de couverture (tuiles à emboîtement ou à glissement à relief, à l'exception des tuiles canal, des tuiles plates ou ardoises).

Il est destiné à la réalisation d'installations productrices d'électricité solaire.

Il intègre :

- un ou plusieurs modules photovoltaïques "MSZ-***J-C " ou "MSZ-***J-D", de puissance comprise entre 175 Wc et 205 Wc muni(s) d'un cadre en profils d'aluminium extrudés pour la fixation au système de montage,
- un système de montage permettant une mise en œuvre en toiture.

La mise en œuvre est associée à un écran de sous toiture.

Sa dénomination commerciale est « Just Roof™ ».

1.2 Domaine d'emploi

- Utilisation en France européenne :
  - sauf en climat de montagne caractérisé par une altitude supérieure à 900 m,
  - uniquement au-dessus de locaux à faible ou moyenne hygrométrie.
- Mise en œuvre :
  - sur des toitures inclinées de bâtiments neufs ou existants, ne présentant aucune pénétration (*cheminées, sorties de toiture, fenêtres de toit…*) sur la surface d'implantation des modules photovoltaïques,
  - exclusivement sur charpente bois (*chevrons bois et liteaux*) en remplacement de petits éléments de couverture (*tuiles mécaniques en terre cuite ou en béton à emboîtement ou à glissement à relief à l'exception des tuiles canal, des tuiles plates non mécaniques et des ardoises*).

    Les couvertures doivent être conformes aux prescriptions des normes NF DTU de la série 40.2 concernés (*notamment pour la pente, la longueur de rampant et la présence ou non d'un écran de sous-toiture*).
- La toiture d'implantation doit présenter les caractéristiques suivantes :
  - un entraxe maximal entre chevrons de 840 mm,
  - des versants de pente, imposée par la toiture, compris entre 27 % et 100 % (15° et 45°).
- Les modules photovoltaïques doivent obligatoirement être installés :
  - en mode portrait,
  - sur une longueur de rampant dont la projection horizontale ne dépasse pas 12 m,
  - en partie courante de toiture et ce, sans jamais aller jusqu'aux rives latérales de la toiture considérée (*sur la base d'un vent normal au génératrices : long des bords de toiture à partir de la rive, sur une profondeur égale au 1/10ème de la hauteur du bâtiment (h) sans toutefois dépasser le 1/10ème de la largeur de ce même bâtiment (b/10))*. Il est toutefois possible de descendre le champ photovoltaïque jusqu'à l'égout. En revanche, un rang d'élément (*deux dans le cas de faîtages scellés*) doit toujours être conservé au niveau du faîtage pour permettre un recouvrement sur les abergements hauts,
  - sur des toitures soumises à des charges climatiques sous vent normal (*selon les règles NV65 modifiées*) n'excédant pas 1 670 Pa,
  - sur des toitures soumises à des charges climatiques sous neige normale (*selon les règles NV65 modifiées*) n'excédant pas 1 950 Pa,
- La mise en œuvre est associée à un écran de sous toiture.
- En fonction des matériaux constitutifs du procédé, le Tableau 1 précise les atmosphères extérieures permises.

2. Éléments constitutifs

Le procédé photovoltaïque "Just Roof™" est l'association d'un module photovoltaïque cadré en aluminium "MSZ" (*Figure 3*) et d'un système de montage spécifique lui permettant une mise en œuvre en toiture (*Figure 2*).

Tous les éléments décrits dans ce paragraphe font partie de la livraison du procédé assurée par la société Suntech Power holding Co.

2.1 Module photovoltaïque

La dénomination commerciale du module est "MSZ***J-C " ou "MSZ***J-D". Les deux séries de modules ont la même gamme de puissances crêtes variant de 175 Wc à 205 Wc, mais se distinguent par la feuille arrière qui est noire pour la série "J-C " et blanche pour la série "J-D".

2.11 Film polymère

- Composition : à base de PET (*Polyéthylène téréphtalate*) intercalée entre deux couches de PVF (*Polyfluorure de vinyle ou Tedlar*), il est déposé sur le film EVA. Il apporte une protection contre les UV, une résistance électrique et protège contre l'humidité.
- Type : PTL 3-38/250 TWH (*blanc*) de Krempel GmbH.
- Dimensions : 1 574 mm x 802 mm x 0,35 mm.
- Tension diélectrique maximum admissible : 1 070 V

  (*certifié UL n° E312459*)

ou

- Type : Icosolar 2442 (*noir ou blanc*) d'Isovolta AG.
- Dimensions : 1 574 mm x 802 mm x 0,35 mm.
- Tension diélectrique maximum admissible : 1 145 V.

  (*certifié UL N° E313063*).

2.12 Cellules photovoltaïques

Les cellules de silicium sont fabriquées par la société Suntech Power Holding Co., Ltd.

- Technologie des cellules : monocristalline.
- Dénomination commerciale : STP 125S165NP.
- Dimensions : (125 ± 0,5) mm x (125 ± 0,5) mm.
- Épaisseur : (180 ± 20) µm ou (200 ± 20) µm.
- Couleur : bleu marine, bleu foncé.

Au nombre de 72, ces cellules sont connectées en série et réparties en 6 colonnes de 12 cellules dans le sens parallèle au grand côté du module selon la configuration suivante :

- distance minimale entre cellules horizontalement : (2 ± 1) mm,
- distance minimale entre cellules verticalement : (2 ± 1) mm,
- distance minimale au bord du cadre (*côté long*) : (21 ± 1) mm,
- distance minimale au bord du cadre (*côté court*) : (26 ± 1) mm.

2.13 Collecteurs entre cellules

Les collecteurs entre cellules photovoltaïques sont en cuivre étamé de Shenzhen Sveck Technology ou de Qinhuangdao Changlian PV Electronics Co.,Ltd.

- Épaisseur : 200 µm.
- Largeur : 1,8 mm.

Les 6 chaînes de cellules sont connectées en série dans le sens parallèle au grand côté par des rubans métalliques en cuivre étamé de Sanko Metal Ind.

- Épaisseur : 220 µm.
- Largeur : 5 mm.

2.14 Intercalaire encapsulant

La résine intercalaire est constituée de deux feuilles à base d'EVA (*Ethyl Vinyl Acétate*) permettant de fixer les chaînes de cellules au verre de surface et donc de maintenir leur position et créer un lien optique entre le vitrage et les cellules.

- Type : Ultra Pearl PV-45FR80S (*"standard cure" de Sanvic Inc*).
- Épaisseur : 0,45 mm.

ou

- Type : FC295P/UF (*de Specialized Technology Resources Inc*).
- Épaisseur : 0,45 mm (*certifié UL N° E310488*).

ou

- Type : RC02B (*de Mitsui Chemicals Fabro, Inc*).
- Épaisseur : 0,45 mm.

2.15 Vitrage

- Nature : verre imprimé trempé à faible teneur en oxyde de fer (*110 ppm*) selon la norme EN 12150 (*certifié TUV n° AC50147812*).
- Référence : GLS-01T-M01 (*Pilkington Solar*).
- Facteur solaire : > 90 %.
- Épaisseur : 3,2 mm.
- Dimensions : 1 574 x 802 mm.

2.16 Constituants électriques

2.161 Boîte de connexion

Une boîte de connexion en plastique du fabricant Huber & Suhner, de dénomination commerciale RY3 (*12720102*) est collée au moyen d'un silicone de type RTV TS1527 (*Beijing Tonsan*) en sous face du module. Elle présente les dimensions hors tout suivantes (*longueur x largeur x hauteur*) : 115 mm x 135 mm x 22,5 mm.

Cette boîte est fournie avec trois diodes bypass (*voir § 2.162*) et permet le raccordement aux câbles qui permettront la connexion des modules.

Cette boîte est comblée par du silicone de type 3153 (*Beijing Tonsan*).

Elle possède les caractéristiques suivantes :

- Indice de protection : IP67.
- Classe de sécurité électrique : II.
- Tension de système maximum : 1 000 V entre polarités.
- Intensité assignée : 10 A.
- Plage de température : - 40 °C à + 85 °C.

(*Certifiée TüV N° R60021797*).

2.162 Diodes bypass

Trois diodes bypass sont implantées dans la boîte de connexion du module. Elles permettent de basculer le courant de 2 chaînes de 12 cellules sur les 2 suivantes en cas d'échauffement des cellules concernées (*ombrages*), et ce afin de protéger les cellules contre le phénomène de "point chaud".

Chacune de ces diodes protègent 24 cellules.

- Type : STPS1545C de ST Microelectronics.
- Intensité nominale : 15 A.
- Température maximale de raccordement des diodes : 175 °C.

2.163 Câbles électriques

Les modules sont équipés de deux câbles électriques de type RADOX® Smart câble ou RADOX® Solar câble du fabricant Huber & Suhner (*cuivre plaqué étain, double isolation des parties actives*) de 1 m chacun dont la section est de 4 mm². Ces câbles se trouvent à l'arrière du module, en sortie de la boîte de connexion, et sont équipés de connecteurs électriques adaptés (*voir § 2.164*). Ils sont de longueur suffisante pour connecter en série deux modules placés côte à côte verticalement.

Ces câbles ont les spécifications suivantes :

Type RADOX Smart câble

- Plage de température ambiante maximum : - 40 °C à + 110 °C.
- Courant maximum admissible : 71 A.
- Classe II de sécurité électrique.
- Tension assignée : 1 000 V.
- IEC 60228 classe 5 (*câble flexible*).

(*Certifiée TüV N° R60017683*).

ou

Type RADOX Solar câble

- Plage de température ambiante maximum : - 40 °C à + 90 °C.
- Courant maximum admissible : 71 A.
- Classe II de sécurité électrique.
- Tension assignée : 1 000 V.
- IEC 60228 classe 5 (*câble flexible*).

(*Certifiée TüV N° R60024042*).

Afin de relier entre eux des séries de modules, il est nécessaire d'utiliser des câbles dont les connecteurs électriques sont de même fabricant, même type et même marque.

Tous les câbles électriques de l'installation, y compris ceux rejoignant l'onduleur (*non fournis*) doivent être de dimension adaptée au projet en accord avec la norme NF C 15-100, le guide UTE C15-712-1, et les spécifications des onduleurs.

2.164 Connecteurs électriques

Les connecteurs électriques utilisés sont des connecteurs débrochables pré assemblés aux câbles des modules. Le câble sortant du module avec la polarité positive est muni d'un connecteur mâle tandis que le câble de polarité négative est muni d'un connecteur femelle.

De marque Multi-contact AG et de type "MC4", ces connecteurs sont certifiés par le TÜV (*N° R60017180*) et UL (*N° E181720*).

Leurs caractéristiques sont les suivantes :

- Références : PV-KST4/611-UR et PV-KBT4/611UR.
- Indice de protection électrique IP 67.
- Classe II de sécurité électrique.
- Tension assignée de 1 000 V.
- Courant maximum admissible : 30 A.
- Plage de température de - 40 °C à + 90 °C.
- Résistance de contact de 0,5 mΩ.

Pour garantir la qualité de la connexion et limiter les risques d'arc électrique, les connecteurs des câbles de polarité entre le champ de modules et l'onduleur de l'installation doivent également être de type "MC4" et de marque Multicontact sur les extrémités raccordées au premier et au dernier module de chaque chaîne, ceci en conformité avec le guide UTE C15-712-1.

2.17 Cadre du module photovoltaïque

Le cadre des modules est composé d'un châssis en profils d'aluminium EN AW 6063 T5 extrudé et anodisé (*épaisseur 16 µm* : *9 µm d'anodisation et 7 µm de laquage*) présentant une barre de renfort de dimensions 25 x 15 mm en son milieu.

Le laminé est monté dans la prise en U du cadre et est poussé vers la face avant du cadre par une cale en résine ABS (*UL 94-HB*) bloquée dans la prise en U et sur toute sa longueur. Les éléments profilés du cadre sont fixés aux quatre angles du module au moyen de 2 vis 4 x 25 mm en acier inoxydable serrées dans les rainurages de vissage situés dans les éléments hauts et bas (*Figure 3 et Figure 4*). Des vis de même type sont utilisées pour fixer la barre de renfort, à raison de deux vis par côté de module. Les vis proviennent de Bossard Industrial Fasteners International Trading (*Shangai*) Co., Ltd ou d'Iwata Bolt (*Shangai*) Co., Ltd.

Des joints silicone type 1527 de Beijing Tonsan New Materials and Technology Co. assurent l'étanchéité sur tout le tour du cadre.

Les profilés latéraux du cadre comportent 4 orifices (*Ø 4 mm x 8 mm*) afin de permettre la fixation du module au rail aluminium et sont conçus de sorte à permettre un emboîtement étanche entre le module en amont sur le module en aval.

Les dimensions du cadre sont :

Profilé longitudinal haut : (806 ± 2,8) x (32,75 ± 0,5) x (29 ± 0,5).

Profilé longitudinal bas : (806 ± 2,8) x (47,35 ± 0,5) x (29 ± 0,5).

Profilés de droite et gauche : (1 621 ± 0,5) x (22,75 ± 0,5) x (33 ± 0,5).

Le cadre des modules présente les moments et modules d'inertie suivants :

Profilé longitudinal haut :

- Moment d'inertie horizontal haut Ix = 1,94 cm^4.
- Moment d'inertie vertical haut Iy = 1,33 cm^4.
- Module d'inertie horizontal haut Ix/Vx = 1,27 cm^3.
- Module d'inertie vertical haut Iy/Vy = 0,75 cm^3.

Profilé longitudinal bas :

- Moment d'inertie horizontal bas Ix = 2,63 cm^4.
- Moment d'inertie vertical bas Iy = 3,51 cm^4.
- Module d'inertie horizontal bas Ix/Vx = 1,46 cm^3.
- Module d'inertie vertical bas Iy/Vy = 1,30 cm^3.

Profilé latéraux :.

- Moment d'inertie horizontal latéral Ix = 1,75 cm^4.
- Moment d'inertie vertical latéral Iy = 0,24 cm^4.
- Module d'inertie horizontal latéral Ix/Vx = 1,06 cm^3.
- Module d'inertie vertical latéral Iy/Vy = 0,20 cm^3.

La barre de renfort présente les moments et modules d'inertie suivants :

- Moment d'inertie horizontal Ix = 0,36 cm^4.
- Moment d'inertie vertical Iy = 0,70 cm^4.
- Module d'inertie horizontal Ix/Vx = 0,47 cm^3.
- Module d'inertie vertical Iy/Vy = 0,54 cm^3.

2.2 Système de montage

Le système de montage est constitué :

- D'une structure de support des modules permettant leurs fixations à l'ossature bois de la toiture (*cf. § 2.21*),
- D'un ensemble de tôles d'étanchéité et de finition permettant la jonction du champ photovoltaïque avec les éléments de couverture environnants (*cf. § 2.22*).

Annulé le : 01/09/2014

2.21 Structure de support des modules

La structure support qui permet le soutien du procédé et sa fixation sur la charpente est constituée des éléments suivants :

- Rails de fixation (*Aluminium EN AW 6063 T5 anodisé (épaisseur 16 µm : 9 µm d'anodisation et 7 µm de laquage*)

Ces rails permettent la fixation des modules sur l'ossature bois et assurent l'étanchéité du système en collectant les eaux pouvant s'infiltrer entre le module et la parclose.

Ils sont munis de trous pré-percés de diamètre 4,5 mm placés à intervalles réguliers tous les 540 mm et à 270,5 mm des bords inférieurs et supérieurs. Ils possèdent en amont une partie femelle et une partie mâle en aval qui s'emboîtent et se recouvrent sur 60 mm assurant ainsi la modularité du système.

De sections 109,7 mm x 76 mm, ces profilés sont fournis en une seule longueur (*pour un module*). L'assemblage de plusieurs rails permet d'aligner plusieurs modules avec un maximum de 7 modules.

Longueur hors-tout : 1681 mm.

Longueur après installation : 1621 mm.

Les moments et modules d'inertie du rail sont :

- Moment d'inertie horizontal Ix = 5,3 cm^4.
- Moment d'inertie vertical latéral Iy = 53,8 cm^4.
- Module d'inertie horizontal latéral Ix/Vx = 2,95 cm^3.
- Module d'inertie vertical latéral Iy/Vy = 8,96 cm^3.

(*Figure 5*)

- Vis de fixation des rails de fixation (*Acier Inoxydable A2/70*)

Ces vis servent à la fixation des rails sur les liteaux.

Référence Suntech : MSZ-N1.

Dimensions : 4,8 x 32 mm.

Tête de vis : tête bombée 9.5 Torx.

Résistance à l'arrachement (*sur support bois*) : 130 daN (*Rapport d'essais CLC 10-26026221*).

Caractéristique : autoforeuse.

(*Figure 6*)

- Vis de fixation des modules et mise à la terre avec rondelle crantée (*Acier Inoxydable A2-70*)

Ces vis permettent la fixation des modules dans les rails. L'une des vis de chaque module est munie d'une rondelle crantée et assure la mise à la terre du module.

Référence Suntech : MSZ-N2.

Dimensions : 4,8 x 13 mm.

Tête de vis : tête bombée 9.5 Torx.

Résistance à l'arrachement (*sur support aluminium*) : 174 daN (*Rapport d'essais CLC 10-26026221*).

Caractéristique : autoforeuse.

(*Figure 6*)

2.22 Tôles d'étanchéité et de finition

Les tôles d'étanchéité sont fabriquées par la société *Handel & Mack (Weilheim, Allemagne*). Ces dernières assurent la jonction d'étanchéité entre les modules et les éléments de couverture.

Les tôles d'aluminium ont toutes un revêtement polyester de 26 µm sur la face avant et de 5 µm sur la face arrière.

- Tôles d'étanchéité supérieures (*Aluminium laqué EN AW 1050 H44*)

Elles permettent de traiter l'étanchéité supérieure du procédé. Elles peuvent être de trois conceptions différentes en fonction de leur position vis-à-vis du module (*gauche, centre, droit*).

Elles possèdent un joint mousse imputrescible en polyuréthane, de section triangulaire et de dimensions 60 x 25 mm, pré-collé sur la périphérie. Sa base est adhésive et sa pointe doit être écrasée par les tuiles. Il peut être découpé si nécessaire durant l'installation.

(*Figure 7*).

- Tôle supérieure centrale.

Cette tôle possède un support de tuile en partie haute et est façonnée de sorte à s'appuyer sur les modules en partie basse, avec verrouillage par un clip. Un ensemble de franges d'aération permettent la ventilation des modules.

Sur les cotés, sont présents deux relevés droits de 10 mm et en partie supérieure, un relevé de 25 mm incliné à 45°.

Dimensions : 690 x 835.1 x 100.2 mm.

Epaisseur : 0,6 mm.

- Tôles cornières droite et gauche.

Comme la tôle supérieure centrale, ces tôles fabriquées par sertissage de deux pièces possèdent un support de tuile et un appui sur module, verrouillé par un clip. Un couloir de drainage de 152,9 mm est présent au niveau de la partie latérale qui se termine par un relevé de dimension 25 mm incliné à 45°. Ce couloir possède un pli intermédiaire de 15,9 mm.

Afin de fixer ces tôles à la tôle latérale située en aval, un orifice de Ø 4 mm permet la fixation d'une vis de type EJOT FDS BS WN2151 de dimensions 4 x 10 mm à serrer avec un couple de 2 Nm.

Ces tôles ont une épaisseur de 0,6 mm.

Dimensions : 690 x 1 060 x 100,2 mm.

(*Figure 8*).

- Clip *(Aluminium laqué EN AW 3003 H431).*

Le clip est installé en partie basse de chaque tôle supérieure (centrale ou cornière) et est destiné à solidariser la tôle avec la partie haute du module correspondant au dernier rang du champ pour ainsi empêcher un soulèvement de la tôle par le vent.

Dimensions (L x l x h) en mm : 18 x 15 x 100.

Epaisseur : 0,8 mm.

(Figure 6).

- Caches de jonction (*Aluminium laqué EN AW 3003 H431*)

Ces caches sont installés en partie haute de l'installation et permettent la jonction étanche entre les tôles cornières et supérieures et entre tôles supérieures. Ils possèdent sur les côtés un pli rabattu de 11 mm. Ils sont fixés en partie haute sur le liteau avec une vis 4,5 x 35 mm équipée d'une rondelle étanche de diamètre 20 mm de Reisser-Schraubentechnik GmbH. En partie basse, chaque cache est clipsé sur les deux tôles voisines.

Dimensions (L x l x h) en mm : 718 x 80 x 100.

Epaisseur : 0,6 mm.

Deux joints en mousse de section carrée fournis de manière séparée sont à coller à l'intérieur de chaque cache de jonction.

(*Figure 8*).

- Tôles d'étanchéité latérales (*Aluminium laqué EN AW 3003 H431*)

Ces tôles permettent de traiter l'étanchéité latérale du procédé.

Elles sont composées d'une partie qui vient se reposer et se fixer sur le rail de fixation en 4 points espacés de 450 mm, et un couloir de drainage de dimension 152,9 mm qui se termine par un relevé de dimension 25 mm incliné à 45°. Ce couloir possède un pli intermédiaire d'une hauteur de 30 mm.

Elles possèdent un joint mousse imputrescible en polyuréthane, de section triangulaire et de dimensions 60 x 25 mm, pré-collé sur la périphérie à 25 mm du relevé incliné. Sa base est adhésive et sa pointe doit être écrasée par les tuiles. Il peut être découpé si nécessaire durant l'installation.

Ces tôles sont au nombre de 4, et sont de deux conceptions différentes en fonction de leur position vis-à-vis du module (*central/supérieur, inférieur*) et sont spécifiques à chaque côté (*droit et gauche*). Les tôles latérales inférieures sont fermées en partie basse.

Les tôles latérales centrales sont télescopiques et peuvent être emboîtées les unes sur les autres quelque soit la taille du procédé.

Les dimensions hors tout sont les suivantes :

- Tôles latérales : 1 750 x 223 x 80 mm.
- Tôles latérales inférieures : 1 752 x 225 x 80 mm.

Epaisseur : 0,6 mm.

(*Figure 9*).

- Bande d'étanchéité basse (*plomb plissé laqué*)

La bande d'étanchéité basse assure l'écoulement des eaux pluviales depuis le champ photovoltaïque jusqu'aux tuiles en aval du champ. Elle assure l'étanchéité inférieure du procédé.

Il s'agit d'une bande souple de plomb plissé d'épaisseur 1,25 mm et de largeur minimum 480 mm (*ou tout autre produit équivalent bénéficiant d'un Avis Technique*).

- Attaches de fixation (*Aluminium EN AW 3003 H431*)

De dimensions 25 x 60 mm, elles permettent la fixation des tôles d'étanchéité sur les liteaux bois (*Figure 6*).

- Parcloses (Aluminium EN AW 6063 T5 anodisé (*épaisseur 16 µm : 9 µm d'anodisation et 7 µm de laquage*)

Ces pièces ont un rôle esthétique, elles permettent la finition du raccord entre deux modules et servent à empêcher l'obstruction des canaux drainants par des feuilles. Elles sont pré-percées de 2 trous de Ø 4,5 mm permettant leur fixation et espacés de 910 mm.

Dimensions : 1 621 (± 0,5) x 61 mm.

(*Figure 11*)

- Inserts de finition (*Aluminium EN AW 6063 T5 anodisé d'épaisseur 16 µm : 9 µm d'anodisation et 7 µm de laquage*)

Ces pièces recouvrent les parcloses par clipsage, elles ont un rôle purement esthétique. Elles sont pré-percées d'un trou de Ø 4,5 mm positionné au milieu afin de permettre la fixation sur la parclose.

Dimension : 1 621 (± 0,5) x 14,3 mm.

(*Figure 11*).

- Closoirs (*Aluminium laqué EN AW 3003 H431*)

Les closoirs empêchent l'intrusion de rongeurs et d'oiseaux tout en permettant l'écoulement des eaux et un passage de l'air vers le haut (*sous les modules*). Ils possèdent une ouverture pour le drainage de l'eau provenant du rail et sont munis de franges d'aération afin de permettre une ventilation en sous face des modules.

Ces closoirs métalliques sont installés en partie basse de l'installation contre le bord des modules par serrage avec les vis 4 x 10 mm au niveau des canaux de vissage du rail porteur.

Trois sortes de closoirs sont installées : gauche, central et droit.

Dimensions hors tout : 25 x 941 x 70 mm.

Epaisseur : 0,6 mm.

(*Figure 10*).

- Vis de fixation des tôles cornières et des closoirs (*Acier Cémenté chromé*)

Ces vis servent à la fixation des closoirs sur les rails et des tôles cornières sur les tôles latérales.

Dimensions : 4,0 x 10 mm.

Tête de vis : tête bombée 10 Torx.

Caractéristique : autoforeuse.

(*Figure 6*)

- Vis de fixation des parcloses et inserts de finition (*Acier Inoxydable A2-70*)

Ces vis servent à la fixation des parcloses et inserts de finition sur le rail de fixation.

Référence Suntech : MSZ-N3.

Dimensions : 3,9 x 32 mm.

Tête de vis : tête bombée 7.5 Torx.

Résistance à l'arrachement : 175 daN (*Rapport d'essais CLC 10-26026221*).

Caractéristique : autoforeuse.

(*Figure 6*)

- Vis de fixation des caches de jonction (*Acier inoxydable A2*)

Cette vis est utilisée pour fixer la partie haute du cache de jonction. Dimensions : 4,5 x 35 mm.

Tête de vis : tête 9.5 Torx avec joint étanche.

(*Figure 6*)

3. Autres éléments

La fourniture peut également comprendre des éléments permettant de constituer un système photovoltaïque : onduleurs, câbles électriques reliant le champ photovoltaïque au réseau électrique en aval de l'onduleur… Ces éléments ne sont pas examinés dans le cadre de l'Avis Technique qui se limite à la partie électrique en courant continu.

Les éléments suivants, non fournis, sont toutefois indispensables au bon fonctionnement du procédé utilisé :

3.1 Visseries

Compte tenu des applications possibles du procédé, les spécifications techniques de la visserie utilisée doivent être au minimum les suivantes :

Des vis à bois en acier électrozingué bichromaté jaune de marque ETANCO (*de type Super-Wood ZBJ)* :

- de dimensions Ø6 x 100 mm pour la fixation des liteaux 27 x 80 sur les chevrons à travers les contre-lattes 40 x 60 mm (*cas 1*) ou à travers les contre-liteaux 18 x 75 (*cas 2*), ou des contre-lattes 20x40 mm (*cas 3*),
- de dimensions Ø6 x 80 mm pour la fixation des extrémités des contre-liteaux 18 x 75 sur les liteaux 27 x 80 (*cas 2*) et des contre-lattes 20 x 40 sur les chevrons (*cas 3*),

Des vis à bois en acier zingué de marque Würth (de type ASSY 3.0) :

- de dimensions Ø6 x 50 pour la fixation des extrémités des contre-liteaux 18 x 75 sur les liteaux 27 x 80 (*cas 2*) et des contrelattes 20 x 40 sur les chevrons (*cas 3*).

Les vis Ø6 x 100 mm et Ø6 x 80 mm participent activement à la résistance mécanique de l'ensemble et présentent des résistances à l'arrachement Pk de 307 daN et 291,5 daN respectivement. Ces valeurs sont basées sur des essais réalisés selon la norme NF P 30-310 et tiennent compte, selon des formules de la norme NF EN 1995-1-1/A1, de la profondeur de vis ancrée dans le bois. Ces vis bénéficient du certificat d'homologation selon la norme NF EN 14592 (J-30-20085-11).

3.2 Câbles de mise à la terre

De section 6 mm² minimum pour l'interconnexion des cadres des modules et des rails de fixation, et de 16 mm² minimum pour la liaison à la prise de terre du bâtiment, le câblage doit se faire en conformité avec les documents en vigueur (*NF C15-100 et guide UTE C15-712-1).*

Des rondelles dentées en acier inoxydable A2 de diamètre intérieur 5 mm et de diamètre extérieur 9 mm sont nécessaires avec la vis de mise à la terre de chaque module et des rails de fixation.

3.3 Ecran de sous-toiture

Dans le cas où l'écran de sous-toiture doit être rajouté, il devra être respirant HPV sous "Homologation Couverture" du CSTB avec un classement E1 ou sous Avis Technique avec un classement W1 selon la norme EN 13859-1.

3.4 Liteaux : lattes de bois supplémentaire

Les lattes de bois supplémentaires doivent être en bois résineux de classe d'emploi 2 suivant la norme NF EN 335-2, de classement visuel ST II suivant la norme NF B 52-001, de classe de résistance mécanique C24 conformément à la norme NF EN 338, et présenter une humidité < 20 %. Il est nécessaire de prévoir :

- des liteaux de section 27 mm X 80 mm pour fixer les rails et les tôles d'étanchéité,
- des contre-lattes de section 40 mm X 60 mm pour réaliser le contre-lattage (*cas 1*),
- des contre-liteaux de section 18 mm x 75 mm pour réaliser la surépaisseur sous le champ (*cas 2*),
- des contre-lattes de section 20 mm X 40 mm pour réaliser le contre-lattage (*cas 3*),
- des chevrons de dimension identique à ceux déjà en place sur la toiture pour servir de chevrons de jonctions.

3.5 Autres

Des câbles électriques de liaison entre modules dont la longueur est indiquée dans le tableau ci-dessous :

Nombre de colonnes de modules	Longueur des câbles d'extension (m)
1	0
2	1,6
3	3,2
4	4,8
5	6,4
6	8,0
7	9,5

Ces câbles et leurs connecteurs électriques doivent être identiques à ceux décris dans le paragraphe 2.

Tous les câbles électriques de l'installation, y compris ceux rejoignant l'onduleur (*non fournis*) doivent être de dimensions adaptées au projet en accord avec les documents en vigueur suivants : norme NF C 15-100, le guide UTE C 15-712-1 ainsi qu'avec les spécifications de l'onduleur.

4. Conditionnement, étiquetage, stockage

Chaque module est étiqueté avant son conditionnement et est protégé aux quatre angles par un carton de protection.

Au dos du module apparaissent :

- le logo Suntech et ceux des certificats obtenus,
- le modèle du produit,
- les caractéristiques électriques mesurées dans les conditions normalisées d'essai pour la classe de puissance,
- un code barre avec un numéro de série,
- un avertissement concernant les risques électriques inhérents aux produits photovoltaïques.

Avec les cellules, un code barre est créé afin d'être fixé sur la face avant du module et scanné à chaque étape de sa fabrication. Il permet de retracer l'ensemble du processus de fabrication et de rattacher au module les résultats des tests effectués. Il porte aussi le numéro de série unique au module.

Annulé le : 01/09/2014

Le conditionnement de Just Roof™ est le suivant :

- Des palettes sous forme de kit comprenant 16 modules, 20 rails, parcloses et inserts de longueur 1 module et les vis nécessaires à l'installation. Un manuel d'installation est inclus dans chaque palette. Dans le cas d'installations de taille plus importante, Suntech peut livrer Just Roof™ sous un conditionnement différent et personnalisé, si le client en fait la demande.
- Les tôles d'étanchéité, les attaches de fixation, la bande souple d'étanchéité et les joints mousse sont disponibles sous forme de kits incluant les éléments nécessaires à l'installation de :
  - 2 x 2 modules (*fourniture de base*),
  - une colonne supplémentaire de modules (*extension horizontale*),
  - une rangée supplémentaire de modules (*extension verticale*).

La livraison des modules, rails et vis est assurée par l'usine Suntech Power de Wuxi en Chine. Les systèmes conditionnés sur palettes sont acheminés depuis la Chine, par containers.

La commande et la livraison des kits de tôles d'étanchéité sont assurées directement par la société Handel & Mack, fabriquant de la solution d'abergement, basée à Weilheim en Allemagne.

Ces kits d'abergement complets sont livrés par la société Handel & Mack aux revendeurs agréés par Suntech. Sur chaque kit est attaché un code barre pour référencement interne ainsi qu'une liste des éléments contenus dans le kit.

Le stockage du procédé sur chantier doit faire au minimum l'objet d'un bâchage et doit respecter les conditions suivantes :

- Température ambiante: entre – 20 °C et 40 °C.
- Humidité relative: entre 45 % à 95 %.

Les modules photovoltaïques ne doivent pas être exposés directement à la fumée, la poussière, ou à l'eau salée.

5. Caractéristiques dimensionnelles

L'ensemble des éléments du procédé "Just Roof" (*module(s) et système de montage*) est commercialisé par projet suite au dimensionnement de l'installateur.

Caractéristiques dimensionnelles des modules photovoltaïques	
	MSZ-*J-C ou MSZ-***J-D**
Dimensions hors tout (mm)	1 641 (1 621 monté) x 834 (841 monté) x 33
Dimensions du laminé photovoltaïque (mm)	1 574 x 802 mm
Surface hors tout (m²)	1,37
Surface d'entrée (m²)	1,36
Masse (kg)	15,5
Masse spécifique (kg/ m²)	11,3

Le système de montage est modulaire. De ce fait, il permet d'obtenir un grand nombre de champs photovoltaïques. Leurs caractéristiques dimensionnelles sont les suivantes :

Caractéristiques dimensionnelles du champ photovoltaïque	
Largeur du champ Lc*	NbX x 841 + 120
Hauteur du champ Hc	(NbY-1) x 1621 + 1641
Largeur du champ avec habillage Lch	Lc + 320
Hauteur du champ avec habillage Hch	Hc + 787**
Poids au m² de l'installation (kg/m²)	15

Avec NbX : le nombre de modules dans le sens horizontal du champ photovoltaïque,
NbY : le nombre de modules dans le sens vertical du champ photovoltaïque

** à partir du bord extérieur du rail porteur*

*** à partir du bord haut de la tuile en bas de champ*

6. Caractéristiques électriques

6.1 Conformité à la norme NF EN 61215

Les modules cadrés "MSZ-***J-C" et " MSZ-***J-D" ont été certifiés conformes à la norme NF EN 61215.

6.2 Sécurité électrique

Les modules cadrés "MSZ-***J-C" et " MSZ-***J-D" ont été certifiés conformes à la Classe A de la norme NF EN 61730, et sont ainsi considérés comme répondant aux prescriptions de la classe de sécurité électrique II.

6.3 Performances électriques

Les performances électriques suivantes des modules des procédés ont été déterminées par flash test et ramenées ensuite aux conditions STC (*Standard Test Conditions : éclairement de 1 000 W/m² et répartition spectrale solaire de référence selon la CEI 60904-3 avec une température de cellule de 25 °C*).

Modules "MSZ-***J-C/D"					
P_{mpp} (W)	175	180	185	187	190
U_{co} (V)	44,7	44,8	45,0	45,1	45,2
U_{mpp} (V)	35,8	36,0	36,4	36,5	36,6
I_{cc} (A)	5,23	5,29	5,43	5,53	5,62
I_{mpp} (A)	4,90	5,00	5,09	5,15	5,20
αT (P_{mpp}) [%/K]	-0,48	-0,48	-0,48	-0,48	-0,48
αT (U_{co}) [%/K]	-0,34	-0,34	-0,34	-0,34	-0,34
αT (I_{cc}) [%/K]	0,037	0,037	0,037	0,037	0,037
Courant inverse maximum (A)	15	15	15	15	15

Modules " MSZ-***J-C/D "			
P_{mpp} (W)	195	200	205
U_{co} (V)	45,4	45,5	45,6
U_{mpp} (V)	36,6	36,8	36,8
I_{cc} (A)	5,69	5,81	5,95
I_{mpp} (A)	5,33	5,45	5,58
αT (P_{mpp}) [%/K]	-0,48	-0,48	-0,48
αT (U_{co}) [%/K]	-0,34	-0,34	-0,34
αT (I_{cc}) [%/K]	0,037	0,037	0,037
Courant inverse maximum (A)	15	15	15

Avec :

P_{mpp} : Puissance au point de Puissance Maximum.
U_{oc} : Tension en circuit ouvert.
U_{mpp} : Tension nominale au point de Puissance Maximum.
I_{cc} : Courant de court circuit.
I_{mpp} : Courant nominal au point de Puissance Maximum.
αT (P_{mpp}): Coefficient de température pour la Puissance Maximum.
αT (U_{mpp}): Coefficient de température pour la tension en circuit ouvert.
αT (I_{mpp}): Coefficient de température pour l'intensité de court circuit.

7. Fabrication et contrôles

7.1 Fabrication des modules photovoltaïques

La fabrication des cellules et des modules photovoltaïques s'effectue sur le site de Suntech Power à Wuxi en Chine, certifié selon les normes ISO 9001:2008 et ISO 14001:2004. Les contrôles réalisés lors de la production des modules consistent en plusieurs inspections visuelles réalisées tout au long du processus et en un flash test pour détermination de sa puissance crête sous conditions STC. Les tolérances sur les puissances maximum de sortie sont de 0/+ 5 W.

Les processus de fabrication des cellules et des modules ont fait l'objet d'une inspection par le CSTB sur le site de production de Wuxi.

7.2 Fabrication de la structure de montage

Les rails aluminium sont produits, selon les plans livrés par Suntech Power, par Wuxi Kaima Electrical Appliance Manufacturer Co, Ltd. à Wuxi en Chine ou par Suzhou Anyu Metal Products Co., Ltd. à Suzhou en Chine. Ils font l'objet d'un contrôle dimensionnel lors de leur livraison à Suntech Power.

Les tôles d'étanchéités sont produites, suivant les plans de Suntech Power, par la société Handel & Mack sur le site de Weilheim en Allemagne, certifiée ISO 9001:2008. Handel&Mack effectue à réception des contrôles sur les matières premières provenant du fournisseur, certifié ISO 9001 et ISO 14001. Elle effectue aussi régulièrement des contrôles dimensionnels sur les pièces produites.

8. Mise en œuvre

8.1 Généralités

Le système est livré avec sa notice d'installation en français (*présente dans chaque palette de modules*). La notice est aussi disponible auprès des partenaires distributeurs ou directement auprès de Suntech France.

La mise en œuvre du procédé ne peut être réalisée que pour le domaine d'emploi défini au § 1.2 du présent Dossier Technique.

Afin d'évacuer la condensation pouvant se créer sous les modules, le montage du système doit impérativement être réalisé au dessus d'un écran de sous-toiture tel que défini au § 3. Ce dernier doit être mis en œuvre conformément aux préconisations du Cahier du CSTB n° 3651 ou aux dispositions définies dans l'Avis Technique le concernant :

- Dans le cas d'une toiture neuve, l'écran de sous-toiture devra déboucher jusqu'à l'égout et le champ photovoltaïque pourra être installé en partie courante de toiture (*voir § 8.332*) ou raccordé à l'égout (*voir § 8.335*),
- Dans le cas d'une toiture existante ne disposant pas d'écran de sous-toiture, il conviendra d'en ajouter un et seule la pose du procédé jusqu'à l'égout est possible (*voir § 8.335*),

Si le faîtage est scellé, il doit y avoir au moins deux rangs d'éléments de couverture entre le bord supérieur du champ de modules et les faîtières de la toiture.

Si le faîtage n'est pas scellé, il doit y avoir au moins un rang horizontal d'éléments de couverture entre le bord supérieur du champ de modules et les faîtières (*Figure 23*).

Si des chatières étaient présentes sur la surface découverte pour la mise en place des modules photovoltaïques, celles-ci devront être conservées pour être repositionnées sur le pourtour du champ photovoltaïque.

Les modules photovoltaïques peuvent être connectés en série, parallèle ou série/parallèle. Ils ne peuvent être mis en œuvre qu'en mode portrait (*pour lequel la plus grande dimension du module est dans le sens du rampant de la toiture*).

Préalablement à chaque projet, une reconnaissance préalable de la toiture doit être réalisée à l'instigation du maître d'ouvrage afin de vérifier que les charges admissibles sur celle-ci ne sont pas dépassées du fait de la mise en œuvre du procédé.

8.2 Compétences des installateurs

L'installation de Just Roof™ doit être effectuée par un personnel qualifié ayant à la fois des compétences :

- en couverture pour la pose des modules,
- électriques pour le raccordement et le branchement des modules au coffret DC/onduleur.

Il est par conséquent obligatoire de faire appel à un installateur disposant du label "QualiPV".

8.3 Sécurité des intervenants

L'installation doit de plus être réalisée en respectant les exigences en matière de sécurité et de gestion des risques. Il est donc nécessaire que soient utilisés des dispositifs de sécurité : équipements de protection collective EPC (*tels qu'échafaudages et protections de rives*) et des équipements de protection individuelle EPI (*tels que ligne de vie, harnais de sécurité*). L'utilisation de dispositifs permettant aux installateurs de circuler sans prendre appui sur les modules (*échelle de couvreur*) est obligatoire. Ces dispositifs ne sont pas inclus dans la livraison, ils sont décrits plus en détail dans le paragraphe 3.2.3 du "*Guide à l'usage des bureaux d'étude et installateurs pour l'installation de générateurs photovoltaïques raccordés au réseau*" édité par l'ADEME et le SER en décembre 2008.

8.4 Spécifications électriques

8.41 Généralités

L'installation photovoltaïque doit être réalisée selon les documents en vigueur suivants : norme électrique NF C 15-100, guide UTE C15-712-1 et "Guide à l'usage des bureaux d'étude et installateurs pour l'installation de générateurs photovoltaïques raccordés au réseau" édité par l'ADEME et le SER.

Tous les travaux touchant à l'installation électrique doivent être confiés à des électriciens habilités (cf. §.8.2).

Le nombre de modules pouvant être connectés en série doit être défini en fonction de la plage de tensions d'entrée de l'onduleur.

Les modules sont utilisables avec un onduleur PV standard. Toutefois, la tension maximale du système est limitée à 1 000 V DC (*classe II de sécurité électrique*) pour chaque chaîne.

8.42 Connexion des câbles électriques

Le raccordement et le passage des câbles électriques s'effectuent sous la structure de montage des modules. Les câbles ne sont donc pas exposés au rayonnement UV (*Figure 12*).

- **Liaison intermodules et modules/onduleur**

Le raccordement des modules entre eux peut être réalisé au fur et à mesure de leur installation sur les rails, colonne par colonne. Les câbles sont ramenés en point haut de la dernière rangée de modules.

Le cheminement des câbles électriques de raccordement des modules photovoltaïques entre eux s'effectue entre les modules et l'écran de sous-toiture.

Il est important de ne pas créer de boucle électromagnétique en connectant les modules entre eux. A cet effet, il faut faire courir les câbles de polarités opposées côte à côte.

La liaison entre les câbles électriques des modules et les câbles électriques supplémentaires *(pour le passage d'une rangée à une autre ou pour la liaison des séries de modules au circuit électrique)* doit toujours se faire au travers de connecteurs mâles et femelle du même fabricant, de la même marque et du même type. Pour ce faire, il peut être éventuellement nécessaire de confectionner, grâce à des sertisseuses spécifiques, des rallonges disposant de deux connecteurs de type différents.

Dès qu'une chaîne de modules est finalisée, il est essentiel de vérifier la tension en circuit ouvert de cette chaîne avant de la raccorder au coffret ou à l'onduleur.

- **Liaison équipotentielle des masses**

La mise à la terre des modules doit être réalisé sur l'une des 2 positions repérées sur le cadre par un symbole de mise à la terre et à l'aide des vis MSZ-N2 4,8X13 et de rondelles dentées et de cosses tubulaires.

Le raccordement des rails de structure doit être effectué en un point sur chaque rail en utilisant l'un des points d'ancrage, la fixation du câble de terre s'effectuant à l'aide des vis MSZ-N1 4,8 X 32 et de rondelles dentées et de cosses tubulaires.

La mise à la terre des modules et des rails doit être effectuée en peigne au fur et à mesure du montage des éléments avec un câble de section 6 mm².

Tous les câbles de raccordement des modules et des rails de fixation doivent ensuite être interconnectés par un répartiteur de terre qui doit être placé au plus proche du champ photovoltaïque. Ce dernier sera connecté à la prise de terre générale du bâtiment (*câble diamètre 16 mm²*) après vérification préalable de sa conformité (*Figure 12*).

- **Passage des câbles vers l'intérieur du bâtiment**

Les câbles doivent être acheminés dans des gaines appropriées ou au travers des combles, et correctement repérées, comme préconisé dans la norme NF C 15-100, le guide UTE C15-712-1 et le "guide ADEME-SER" (*limitation des boucles induites, cheminements spécifiques et distinct…).*

Le passage des câbles de polarité et des câbles de terre à l'intérieur du bâtiment doit de préférence être mis en place en acheminant les câbles sous les tuiles jusqu'au faîtage.

En cas d'impossibilité de passer les câbles au faîtage, il est réalisé entre deux lés d'écran de sous-toiture de manière à ne pas le percer. Dans ce cas, un recouvrement minimal de 100 mm à 200 mm doit être respecté en fonction de la pente de la toiture. Dans le cas où le passage entre deux lés est impossible, des entailles doivent être réalisées dans l'écran de manière à créer des passages de diamètre inférieur à celui des câbles. Après le passage des câbles, une bande adhésive *(compatible avec l'écran de sous-toiture considéré)* doit être posée autour des entailles. Dans tous les cas, il est nécessaire de se reporter à l'"Homologation Couverture" du CSTB ou à l'Avis Technique relatif à l'écran de sous-toiture considéré.

Si des combles non aménagés et/ou des locaux techniques ne permettent pas de faire passer les câbles jusqu'à l'onduleur, il faut prévoir un passage en goulotte sur un mur pignon pour descendre jusqu'à l'emplacement de l'onduleur.

L'installation photovoltaïque, une fois terminée, doit être vérifiée avant son raccordement à l'onduleur grâce à un multimètre : continuité, tension de circuit ouvert, ...

8.5 Mise en œuvre en toiture

8.51 Conditions préalables à la pose

Avant toute implantation, il est nécessaire de vérifier :

- La présence ou non d'un écran de sous toiture,
- La nature de la toiture,
- L'épaisseur et la qualité des liteaux,
- Un entraxe maximum entre chevrons de 840 mm. Dans le cas contraire, il convient de modifier la charpente en rajoutant des chevrons de jonction.

Annulé le : 01/09/2014

8.52 Types de toitures

Avant de procéder à la mise en œuvre de Just Roof™ sur la toiture, l'installateur doit identifier à quel cas correspond son chantier :

- Cas n° 1 : Installation sur une toiture neuve, pour laquelle la pose de Just Roof™ et celle de l'écran de sous-toiture et des tuiles s'effectuent dans le cadre du même chantier.
- Cas n° 2 : Installation en rénovation sur une toiture pour laquelle un écran de sous-toiture avec contre-lattage est existant,
- Cas n° 3 : Installation en rénovation sur une toiture pour laquelle un écran de sous-toiture et un contre-lattage ne sont pas présents. Ce cas implique obligatoirement un raccordement du procédé photovoltaïque à l'égout.

8.53 Pose sur toiture neuve ou existante déjà équipée d'un écran de sous-toiture

Dans ces deux cas de figures, le champ photovoltaïque peut être installé en partie courante de toiture au sens des règles NV65 sans aller jusqu'au faîtage et jusqu'aux rives, et peut être relié à l'égout.

8.531 Définition de la taille du champ photovoltaïque

Préalablement à la pose du procédé, l'installateur choisit le nombre de modules à installer. Ce choix dépend des contraintes d'implantation sur la toiture et des préférences esthétiques du client. Il définit d'abord les dimensions du champ en choisissant une configuration pouvant s'insérer dans la toiture étudiée (*nombre de lignes et de colonnes de module*s) conformément aux indications fournies au § 5.

Sur cette base, il réalise un plan de calepinage en indiquant notamment la position du champ photovoltaïque sur la toiture (*égout ou partie courante*), en préservant au moins un rang de tuiles au niveau du faîtage ou deux rangs dans le cas d'un faîtage scellé (*Figure 23*).

La zone d'implantation doit avoir une surface qui inclut le champ de modules, les tôles de raccordement et la bande d'étanchéité basse.

L'installateur détermine ensuite la position des rails de fixation dont ceux situés aux extrémités serviront de lignes de démarcation dans le sens vertical (*Figure 13*).

De plus, dans le cas d'une pose en partie courante, le procédé est positionné à partir d'une ligne de référence horizontale basse qui correspond au bord supérieur du premier rang de tuiles restant en aval du champ photovoltaïque (*Figure 20B*). Dans ce cas, le bord inférieur du rail est positionné à 130 mm du bord haut de la tuile.

Dans le cas d'une pose avec raccordement à l'égout, la ligne de référence horizontale basse correspond au bord supérieur d'une planche d'égout ou d'un liteau de basculement se situant immédiatement en amont de la gouttière (voir § 8.533).

8.532 Pose en partie courante de toiture

8.5321 Préparation de la toiture

La préparation de la toiture consiste à déterminer l'emplacement du procédé photovoltaïque (marquage au cordeau à poudre), à détuiler la zone d'implantation du champ photovoltaïque (le cas échéant), et à créer un liteaunage spécifique sous le champ photovoltaïque afin d'en assurer son soutien.

Le liteaunage spécifique doit être réalisé avec les liteaux supplémentaires de structure définis au § 3 ci-dessus. Les liteaux assurent la statique de l'ensemble et servent de support aux rails, aux bandes d'étanchéité et aux tôles de raccordement.

- ***Cas d'une toiture neuve***

Pose des chevrons de jonctions

A la suite de la détermination de la position du procédé photovoltaïque, si une ou deux des lignes de démarcation ne coïncide(nt) pas avec les positions existantes ou prévues des chevrons réguliers de la toiture, l'installateur doit ajouter un ou deux chevron(s) de jonction qui servir(a/ont) à ancrer les extrémités des liteaux réguliers (côté éléments de couverture) et des liteaux de structure (côté champ photovoltaïque) et ainsi éviter des porte-à-faux des liteaux sur les deux côtés du champ photovoltaïque. Dans le sens vertical, la longueur des chevrons de jonction doit permettre un appui sur la première panne en aval du champ et sur la première panne en amont du champ.

Un écran de sous-toiture doit être posé sur tout le versant de toiture et agrafé sur les chevrons réguliers et de jonction. Il doit être mis en œuvre conformément aux dispositions définies soit, dans le Cahier du CSTB n° 3651, soit dans l'Avis Technique le concernant.

Des contre-lattes de dimensions 40 x 60 mm sont installées au dessus de l'écran de sous toiture, au droit des chevrons réguliers, au moyen de vis à bois Ø6 x 100 mm (*non fournies*). Sur les chevrons de jonctions, sont installés des contre-lattes de dimensions 40 x 60 mm et des contrelattes de dimensions 20 x 40 mm (Figure 20*A*). Sur la surface de toiture ne comprenant pas le champ photovoltaïque, il doit être installé des contrelattes de dimensions 20 x 40 mm.

Dans le sens du rampant, les contrelattes de 40 x 60 mm démarrent juste en aval du premier liteau de structure en partie basse du champ photovoltaïque et se terminent juste en amont du dernier liteau de structure en partie haute du champ (*Figure 20B*).

Pose de liteaux de structure

Sur la largeur définie par les lignes de démarcation, les liteaux de structure de dimensions 27 x 80 mm doivent être fixés à travers les contrelattes sur les chevrons à l'aide de vis à bois Ø6 x 100 mm (*non fournies*). Sur les côtés du champ photovoltaïque, ces liteaux doivent respecter une largeur d'appui sur les chevrons de jonction de 20 mm au minimum (*Figure 20A*).

Ces liteaux de structure sont placés pour correspondre aux trous pré-percés des rails porteurs, et sont posés avec des entraxes de 540 mm. De plus, au niveau de la jonction entre lignes de modules (*dans le sens du rampant*), il est nécessaire d'installer un liteau de structure supplémentaire, l'entraxe entre les liteaux est dans ce cas de 270 mm.

Le bord haut du premier liteau de structure installé en partie basse est positionné à 330 mm de la ligne de référence horizontale telle qu'indiqué au § 8.531.

Pose de planches supplémentaires

Pour éviter des contrepentes de la bande d'étanchéité ou un affaissement ultérieur de celle-ci, il est nécessaire de poser des planches d'appui (*27 x 80 mm ou 27 x 100 mm*) et/ou des coyaux (*tasseaux biseautés*) de manière à combler sans contrepente la partie de la charpente entre les tuiles du premier rang et le premier liteau de structure décrit au §8.531 (*Figure 20B*). A l'exception des tuiles fortement galbées non biseautées, cette structure d'appui doit démarrer au niveau de la partie basse de la face supérieure des tuiles.

Des planches 27 x 100 mm sont aussi nécessaires à l'extrémité supérieure de l'installation afin de fixer les tôles d'étanchéité supérieures.

- ***Cas d'une toiture avec écran de sous-toiture existant***

Dans ce cas, les liteaux réguliers sont conservés et des liteaux de structure 27 x 80 mm doivent être fixés entre les lignes de démarcation gauche et droite caractérisée par la position des rails sur les côtés.

Dans le sens du rampant, les liteaux de structure sont placés pour correspondre aux trous pré-percés des rails porteurs, sauf s'il se présente un conflit avec un liteau régulier. Dans ce cas, le liteau de structure est déplacé légèrement vers le faîtage ou l'égout (*ceci a pour effet de faire un trou supplémentaire sur le rail de fixation au droit de ce liteau de structure*).

Si ces déplacements conduisent à des entraxes entre liteaux de plus de 540 mm, il faut rajouter un liteau de structure intermédiaire à ces endroits. De plus, au niveau de la jonction entre lignes de modules (*dans le sens du rampant*), il est nécessaire d'installer un liteau de structure supplémentaire.

Les liteaux doivent être fixés sur les contrelattes existantes 20 x 40 mm et ancrés à travers celles-ci dans les chevrons de jonction avec un appui sur toute la largeur du chevron, au moyen de vis à bois Ø6 x 80 mm (*non fournies*).

Des contre-liteaux de 18 x 75 mm sont ensuite coupés pour correspondre à la distance entre les deux lignes de démarcation (position horizontale des rails de fixation), posés entre ces lignes et fixées en extrémité au moyen de vis à bois Ø6 x 50 mm (*non fournies*) dans les liteaux de structure 27 x 80 mm.

Pour terminer, les contre-liteaux et les liteaux de structure sont ancrés ensemble au droit de chaque chevrons réguliers à l'intérieur du champ, à travers les contre-lattes existantes au moyen de vis Ø6 x 100 mm (*Figure 21*).

Des planches supplémentaires sont installées en parties basse et haute du procédé afin d'installer la bande d'étanchéité basse et les tôles supérieures de manière identique au cas d'une toiture neuve.

8.5322 Montage de la bande d'étanchéité basse

Les tuiles fortement galbées (*hauteur de galbe supérieure à 40 mm*) peuvent être biseautées afin de faciliter le façonnage de la bande. Alternativement, pour ces tuiles, la structure d'appui en bois décrit ci-dessous peut démarrer à 1/3 de la hauteur de galbe.

Dans le sens du rampant, la bande d'étanchéité doit remonter d'au moins 200 mm au-delà de l'emplacement prévu du bord inférieur du champ photovoltaïque et recouvrir le premier rang de tuiles en aval sur au moins 150 mm. Horizontalement, elle doit dépasser l'extrémité latérale des rails d'au moins 400 mm (*Figure 2*). Le rouleau de bande d'étanchéité est déroulé sur la structure d'appui en bois parallèlement à la gouttière. Dans le cas où plusieurs rouleaux de bande d'étanchéité sont nécessaires, un recouvrement d'au moins 200 mm doit être assuré. La bande souple doit être fixée en partie haute au moyen de vis étanches à bois au moins tous les 300 mm. Il est possible de façonner un retour de 20 mm qui sera supporté par un tasseau. Pour terminer, la bande est façonnée, en partie basse, à la main ou au moyen d'un outil approprié pour qu'elle épouse la forme des tuiles sur la largeur de recouvrement.

8.5323 Montage des rails de fixation

Les rails sont positionnés à la suite de la définition de la dimension du procédé photovoltaïque tel que décrit au § 8.531.

Il est préconisé de placer d'abord le premier rail de côté (*gauche ou droit*) et puis d'avancer vers le côté opposé en respectant l'entraxe de 841 mm.

Il est possible d'emboîter autant de rails que nécessaire en veillant à toujours laisser la partie mâle orientée vers l'aval de l'installation et la partie femelle vers l'amont (*Figure 14*). Ils sont fixés au moyen de 10 vis MSZ-N1 sur les liteaux (contre liteaux dans le cas d'une toiture avec écran de sous toiture existant), à raison de 6 vis dans les trous pré-percés et 4 vis aux extrémités des rails. Le recouvrement entre deux rails de fixation doit impérativement se faire au droit d'un liteau.

Les rails recouvrant la bande d'étanchéité basse ne sont fixés qu'avec 8 vis, leur extrémité inférieure ne recevant pas de vis afin de ne pas percer la bande d'étanchéité, et les rails en amont de l'installation ne reçoivent pas de vis à leur extrémité supérieure.

Les rails recouvrent la bande souple d'étanchéité d'au moins 200 mm (*Figure 20B*).

8.5324 Montage des modules photovoltaïques

En fonction du mode de raccordement, les modules sont installés ligne par ligne ou colonne par colonne. Ils sont fixés sur les rails en commençant par celui du bas au moyen des vis MSZ-N2 en 8 points (*Figure 15*). Ils sont positionnés à fleur de la partie basse des rails.

Le cadre du module est conçu de façon que le module d'une rangée amont s'emboîte mécaniquement dans celui de la rangée aval pour assurer l'étanchéité entre les modules. Le cadre est également conçu de manière à collecter des eaux infiltrées entre deux modules d'une même colonne, au moyen d'un canal d'évacuation, en ramenant ces eaux vers les rails principaux.

Les modules sont raccordés électriquement au fur et à mesure de leur installation. Leur mise à la terre se fait tel que décrit au § 8.42.

La tension de chaque chaîne de modules doit être vérifiée avant de poursuivre l'installation. Les tensions doivent être similaires d'une chaine à l'autre.

Le passage des câbles électriques à travers la toiture se réalise conformément au § 8.

8.5325 Mise en place des tôles d'abergements du champ photovoltaïque

- ***Pose des closoirs***

Les closoirs sont fixés en bas de champ photovoltaïque, de gauche à droite, dans les canaux de vissage des bords inférieurs des rails, au moyen de vis auto-taraudeuses 4,0 x 10 (*Figure 17*).

- ***Pose des abergements latéraux***

Les tôles d'étanchéité latérales inférieures et latérales sont ensuite posées de bas en haut. Les tôles d'étanchéité latérales inférieures viennent en butée sur les closoirs bas.

La conception télescopique de ces tôles permet à chaque tôle amont de s'encastrer dans la tôle aval avec un recouvrement de 200 mm (*Figure 19*).

Chaque tôle d'étanchéité latérale est fixée au rail par quatre vis 4,8 x 13 mm au niveau de la rainure du rail et par des attaches de fixation elles-mêmes fixées aux liteaux au moyen des pointes fournies avec les attaches.

Les attaches de fixation sont espacées de 540 mm et peuvent être pliées pour rattraper une éventuelle surélévation provoquée par la pose de l'écran de sous-toiture.

- ***Pose des parcloses et inserts de finition***

Les parcloses sont posés entre deux colonnes de modules sur les cadres en milieu de champ et entre un cadre de module et une tôle latérale d'étanchéité en périphérie de champ. Elles doivent être positionnées correctement dans les espaces avant d'être fixés aux rails au moyen des vis MSZ-N3 (*Figure 16*).

Les inserts de finition sont ensuite insérés dans l'ouverture de chaque parclose au moyen d'un maillet caoutchouc et fixés au moyen d'une vis MSZ-N3.

- ***Pose des tôles d'abergement haut, tôles cornières et caches de jonction***

Afin de fixer les tôles d'étanchéité supérieures au moyen des attaches de fixation, et de fixer le cache de jonction, des planches horizontales sont également nécessaires à l'extrémité supérieure de l'installation. Elles peuvent être posées lors de l'installation des tôles d'étanchéité.

Il convient de débuter l'installation des tôles supérieures par la tôle cornière sur un côté et de poser les tôles suivantes en allant jusqu'au côté opposé.

Les tôles supérieures s'emboîtent dans les modules et sont maintenues contre le soulèvement par le vent au moyen de clips (*Figure 25*). Chaque clip est installé par insertion de son relevé de 30° dans le canal d'emboîtement de la tôle et en le pivotant de manière à coincer le clip sous la partie du module destinée à accueillir le canal d'emboîtement de la tôle. Les tôles sont par la suite fixées en partie haute au moyen des attaches de fixation clouées aux liteaux (*6 pour les tôles cornières, 2 pour les tôles supérieures*).

Les tôles cornières recouvrent les tôles latérales sur 200 mm (*Figure 19*). Elles sont fixées à celles-ci par la vis de dimensions 4 x 10 mm (*EJOT FDS BS WN2151*) à serrer en respectant le couple de 2 Nm.

Afin d'assurer la jonction entre les tôles cornières et supérieures, il est nécessaire d'installer les caches de jonction. Avant de les poser, l'installateur colle une paire de joints de mousse de section carrée à l'intérieur de chaque cache (*Figure 18*).

En partie haute, les caches de jonction sont vissés sur les liteaux disposés à cet effet à l'aide des vis disposant d'un joint caoutchouc. L'installateur finit en repliant l'arrière de ces caches afin d'épouser la forme des tôles cornières et supérieures.

8.5326 Repose des tuiles aux abords du champ photovoltaïque

Les tuiles sont posées conformément aux procédures décrites dans les NF DTU correspondants et en prenant soin de recouvrir les tôles d'étanchéité sur au moins 150 mm en amont de l'installation (*Figure 23*). Si nécessaire, les tuiles doivent être coupées afin qu'elles recouvrent correctement les abergements latéraux.

Les supports de tuiles intégrés aux tôles cornières et supérieures peuvent être pliés pour adapter la hauteur des tuiles reposant sur ceux-ci à celle des tuiles du même rang à gauche et à droite du champ photovoltaïque.

8.533 Pose aux abords de l'égout

Dans ce cas, le champ photovoltaïque doit démarrer directement en amont de la gouttière.

Un larmier (bavette d'égout) en bas de toiture permet de déverser à l'égout les condensats récupérés par l'écran de sous-toiture. Ce larmier doit être réalisé conformément aux prescriptions de la section 5.3.8 de la norme NF DTU 40.41 et de la norme NF DTU 40.44. Pour la jonction transversale entre larmiers, il convient d'utiliser soit une double agrafure, soit un joint debout.

Avant la pose du larmier, l'installateur doit préparer une structure d'appui en bois qui permette de rattraper sans contrepentes la différence de hauteur entre d'une part la planche d'égout ou le doublis (servant normalement d'appui pour la partie inférieure du premier rang de tuiles) en bas de toiture et d'autre part les contrelattes à poser, et ce sur une longueur de versant de 130 mm à partir du liteau de basculement ou de la planche d'égout.

La structure d'appui (*coyau*) doit ensuite se prolonger, toujours sans contrepente, jusqu'à une partie supérieure située juste en aval de l'emplacement prévu du premier liteau de structure (*voir § 8.531*), de manière à atteindre en partie supérieure le niveau du chevron (*qui coïncide à cet endroit avec le niveau de l'écran de sous-toiture*).

Le larmier est ensuite installé sur le toit et fixé au moyen de vis étanches à bois en partie supérieure et sera ensuite recouvert par l'écran de sous-toiture sur une largeur d'au moins 100 mm en partie supérieure (*Figure 22*).

Les rails de fixation sont fixés avec un écartement "x" indiqué dans le tableau ci-dessous, entre le bord inférieur du rail et le bord supérieur de la planche d'égout ou d'un liteau de basculement situé en amont de la gouttière et servant d'appui au larmier :

Annulé le : 01/09/2014

Pente	Inclinaison	Réservation minimale x (en mm)	
de toit	du larmier	Décroché 40 mm	Décroché 60 mm
15°	12°	38	132
20°	17°	26	92
25°	22°	20	69
30°	27°	16	55
35°	32°	13	45
40°	37°	11	37
45°	42°	9	31

L'inclinaison du larmier est mesurée par rapport au plan des chevrons. Le décroché signifie la différence de hauteur entre le plan des chevrons (*si un contre-lattage n'est pas présent*) ou le plan des contrelattes (*si déjà présentes*), et le bord supérieur de la planche d'égout ou du liteau de basculement (*Figure 22*). La différence de 3° entre la pente de toit et l'inclinaison du larmier est destinée à assurer une pente résiduelle servant à éviter une stagnation locale des eaux pluviales.

8.54 Pose sur toiture existante non équipée d'un écran de sous-toiture

Dans ce cas, le champ photovoltaïque doit obligatoirement être relié à l'égout et nécessite la pose d'un écran de sous-toiture sous le champ photovoltaïque.

La pose du procédé photovoltaïque doit suivre les indications des § 8.531, § 8.532 (hors cas d'une toiture avec écran de sous-toiture existant et § 8.5322). Celle-ci doit cependant tenir compte des informations suivantes :

- ***Mise en place du liteaunage***

Sur la surface du champ photovoltaïque à installer, l'installateur coupe les liteaux réguliers selon une ligne verticale (*dans le sens du rampant*) en périphérie de champ. Il insère partiellement les deux chevrons de jonction sous les extrémités coupées des liteaux réguliers de manière à réserver la moitié de la largeur de ces chevrons pour la fixation des nouveaux liteaux de structure.

- ***Pose de l'écran de sous-toiture***

Il doit être installé en respectant un débordement horizontal en périphérie du champ photovoltaïque de 25 mm au-delà des tôles latérales d'abergement et un débordement vertical de 400 mm au-dessus des tôles d'abergement supérieures. Les parties débordantes de l'écran de sous-toiture doivent être repliées avec les relevés des tôles latérales et attachées en même temps que ceux-ci par des attaches de fixation sur les côtés latéraux et glissées sous les tuiles en périphérie du champ photovoltaïque sur le côté supérieur.

Cet écran doit être conforme à celui décrit dans le § 3 ci-dessus. Son classement de résistance mécanique de type T_{R2} est à utiliser pour des entraxes de chevrons jusqu'à 600 mm, tandis que le type T_{R3} doit être employé pour des entraxes entre 600 et 840 mm (*limite supérieure du domaine d'emploi de Just Roof*™).

9. Formation

L'installation du système doit être réalisé par un personnel formé à la manipulation et l'intégration de systèmes photovoltaïques et disposant à ce titre d'une certification "QualiPV".

La société Suntech propose une formation «Mise en œuvre du système Just Roof™. Cette formation s'adresse aux distributeurs de Suntech et aux installateurs. La formation se déroule sur une journée dans les locaux de Suntech France à Montbonnot (38). Cette formation à pour but de donner une base solide à l'installation du système Just Roof™. Elle se déroule comme suit :

Partie théorie: une demi-journée

- Sensibilisation aux éléments de sécurité à mettre en œuvre pour l'installation.
- Présentation complète des divers éléments composant le système.
- Décomposition des différentes étapes de montage du système.
- Raccordement électrique des modules et mise à la terre du système.

Partie pratique: une demi-journée

- Mise en œuvre du système Just Roof™ sur la maquette de démonstration.
- Montage des rails supports sur la charpente.
- Montage des modules sur les rails supports.
- Mise en œuvre des abergements.

A l'issue de la journée, les différents points importants relatifs à l'installation sont passés en revue, puis un débriefing est proposé aux participants.

Chaque participant reçoit un diplôme attestant de sa participation à la formation ainsi qu'une clef USB sur laquelle il trouvera le manuel d'installation, la documentation technique du produit, le support de formation et quelques documents relatifs au produit.

Suntech, en collaboration avec ses distributeurs agréés :

- prévoit des audits d'installation pour s'assurer du respect de ses recommandations,
- interdit la vente de Just Roof™ à tout installateur ne respectant pas ses consignes d'installation,
- impose la remise en conformité de toute installation non conforme aux consignes d'installation.

10. Assistance technique

Le système Just Roof™ **,** composé de modules, de rails, de visserie et de tôles d'étanchéité, est commercialisé par l'intermédiaire d'un réseau de distributeurs agréés par Suntech, ou en direct auprès de clients ne pouvant être gérés par le réseau de distribution. Les clients peuvent donc contacter Suntech directement pour des commandes de pièces individuelles en cas de projets d'intégration de conception spécifique.

Le suivi et le support commercial sont assurés par Suntech France qui traite directement avec les différents clients français à Montbonnot.

Tout problème de SAV sur les produits Suntech est traité par le service technique France.

Le suivi logistique est assuré par Suntech Power International depuis le siège européen de Schaffhausen en Suisse.

Les installateurs souhaitant recevoir un support technique doivent, s'ils s'approvisionnent à travers le réseau de distribution, s'adresser directement à leur revendeur, qui apportera le support technique nécessaire à la résolution du problème.

Les distributeurs agréés Suntech peuvent pour tout problème technique faire appel au support de Suntech France.

Ils auront à leur disposition un support téléphonique ou un support sur site en fonction de la complexité du problème à traiter.

Pour le réseau de distribution, les distributeurs doivent collecter les informations nécessaires au traitement de la réclamation et transmettre le dossier au service technique qui traitera la réclamation.

Les clients directs de Suntech doivent adresser une réclamation directement au service technique de Suntech avec toutes les informations nécessaires au traitement de cette réclamation.

Dans tous les cas, le service technique Suntech effectuera une expertise technique de la réclamation et conduira la résolution du problème.

11. Utilisation, entretien et réparation

Un nettoyage n'est normalement pas nécessaire à moins que l'installation photovoltaïque soit située dans un environnement très poussiéreux. Dans ce cas, le nettoyage des modules doit être effectué au jet d'eau exclusivement (*haute pression interdite*).

Les onduleurs peuvent nécessiter une révision d'entretien.

En cas de détérioration d'un module, il convient de le faire remplacer par une personne qualifiée (*voir § 8.1*) en respectant la procédure suivante et les règles de sécurité détaillées dans ce Dossier Technique :

1) Déconnecter l'onduleur du réseau (*via le disjoncteur AC*), puis déconnecter le champ photovoltaïque de l'onduleur (*via le disjoncteur DC*).
2) Procéder au démontage du système dans l'ordre inverse de sa mise en œuvre afin d'accéder aux connecteurs des modules et à leur système de fixation.
3) Relier les deux rails sur lesquels est monté le module à remplacer par un câble de mise à la terre identique à ceux utilisés lors de l'installation.
4) Remplacer le ou les modules défectueux conformément à la procédure décrite dans le présent dossier technique.
5) Vérifier le bon fonctionnement de la ou des séries de modules incriminées (*mesure de la tension en circuit ouvert conforme à celle acceptée par l'onduleur*) puis reconnecter le champ photovoltaïque à l'onduleur, puis l'onduleur au réseau.

B. Résultats expérimentaux

Les modules cadrés des procédés photovoltaïques ont été testés selon la norme NF EN 61215, par le laboratoire TUV Reinland et le VDE.

Les modules cadrés des procédés photovoltaïques ont été testés selon la norme NF EN 61730 et certifiés comme appartenant à la classe d'application A jusqu'à une tension maximum de 1 000 V DC par le laboratoire TUV Reinland et le VDE.

Le procédé photovoltaïque a été testé par le CSTB selon la norme NF EN 12179 pour un essai de résistance à la pression du vent (*RE n° CLC 10-26026048*).

Les modules ont été soumis à un test en atmosphère chargée en ammonium selon la norme DIN 50916:1985 T2 afin de caractériser leur tenue dans le temps lorsqu'installés sur des bâtiments agricoles.

C. Références

12. Données environnementales et sanitaires

Le procédé « Just Roof^{TM} » ne fait pas l'objet d'une Fiche de Déclaration Environnementale et Sanitaire (FDES).

Les données issues des FDES ont pour objet de servir au calcul des impacts environnementaux des ouvrages dans lesquels les procédés visés sont susceptibles d'être intégrés.

13. Autres références

Les modules sont fabriqués depuis 1994 et ont été posés sur plus de 4000 maisons au Japon. En France ils ont notamment été installés sur 36 000 m^2 (*4,5 MW*) sur des bâtiments agricoles et plus de 14 MW (*environ 112 000 m^2*) ont été commercialisés en 2010.

Annulé le : 01/09/2014

Tableaux et figures du Dossier Technique

Matériau	Revêtement de finition sur la face exposée	Atmosphères extérieures							
		Rurale non pollué	Industrielle ou urbaine		Marine				
			Normale	Sévère	20 km à 10 km	10 km à 3 km	Bord de mer* (<3km)	Mixte	Spécial
Aluminium	Polyester 26 µm	•	•	□	□	□	□	□	□
Aluminium (cadre module, parcloses et inserts)	Anodisé 9 µm / laqué 7 µm	•	•	□	•	•	□	-	□

Les expositions atmosphériques sont définies en Annexe A de la norme NF P 24-351

● *: Matériau adapté à l'exposition*

□ *: Matériau dont le choix définitif ainsi que les caractéristiques particulières doivent être arrêtés après consultation et accord du fabricant*

* *: A l'exception du front de mer*

Tableau 1 : Guide de choix des matériaux selon l'exposition atmosphérique

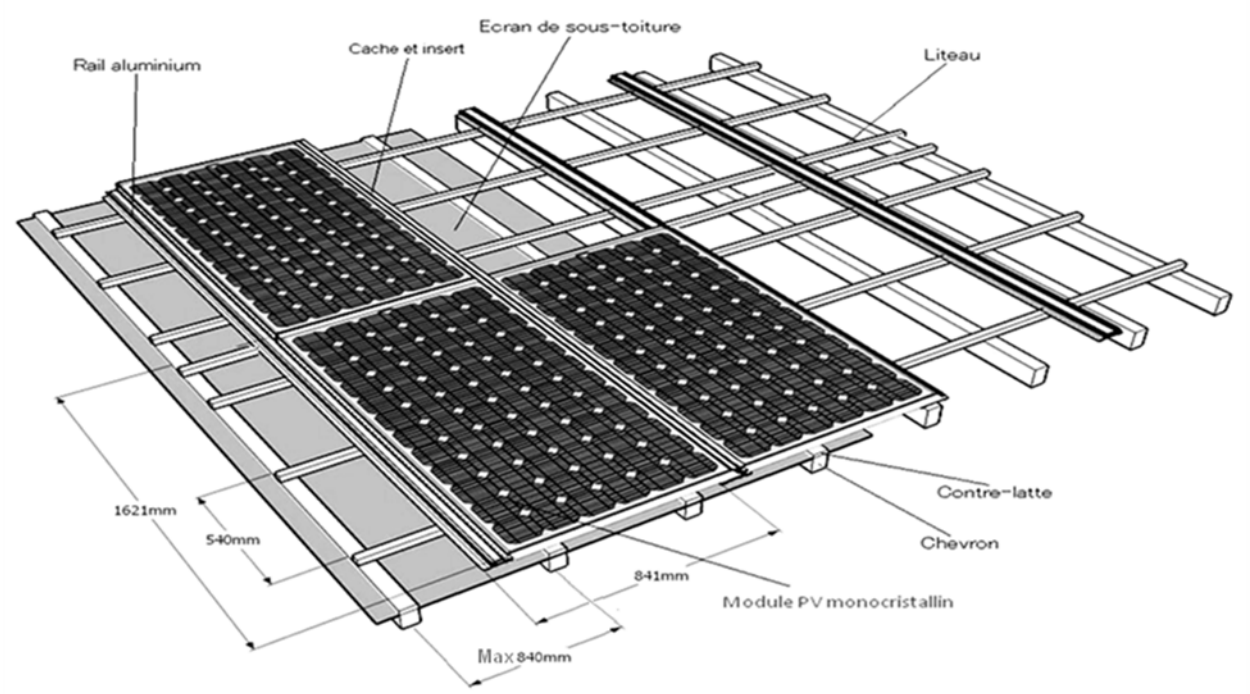
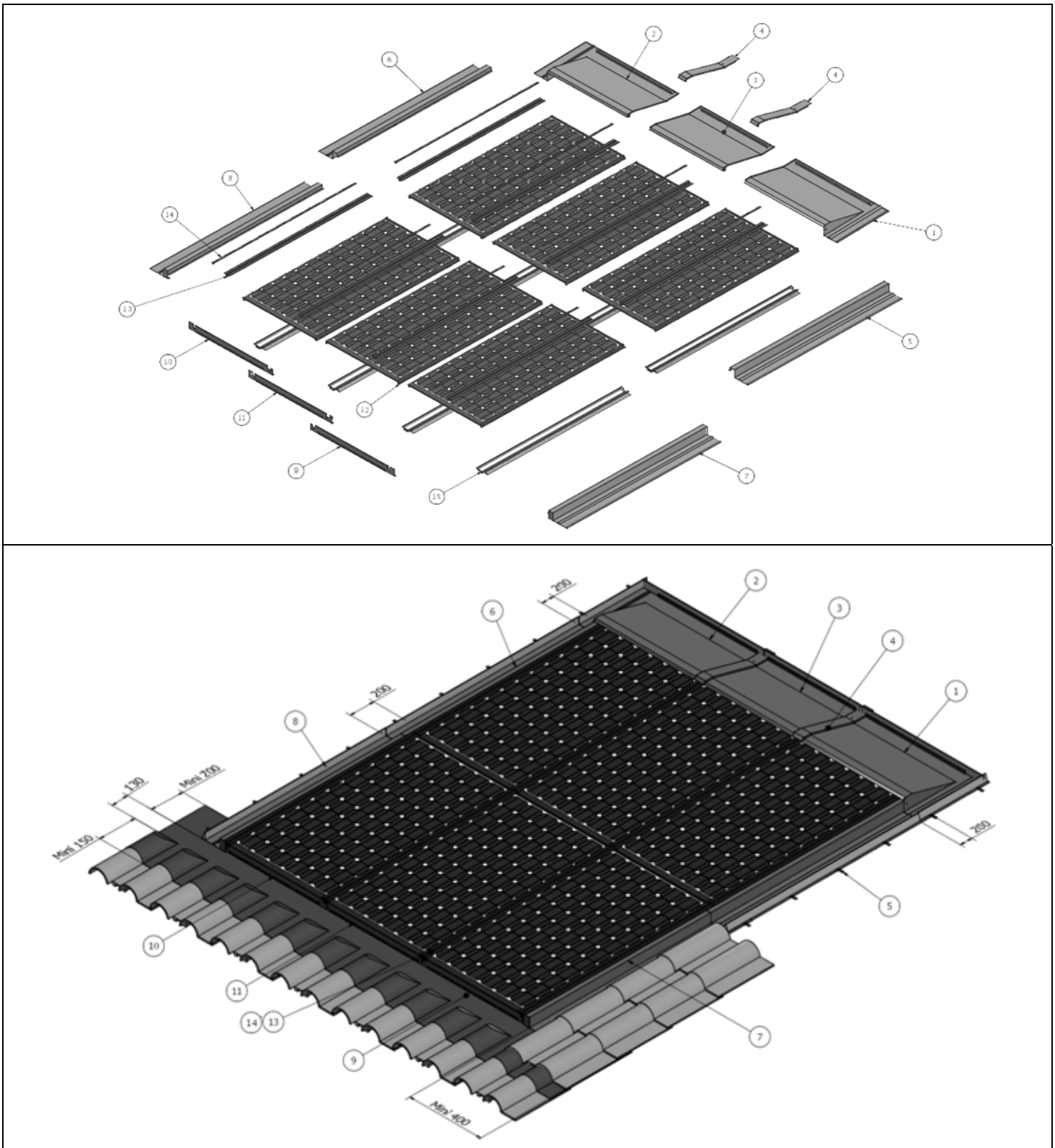


Figure 1 – Vue partiellement assemblée du procédé Just Roof^{TM} sans tôle d'étanchéité

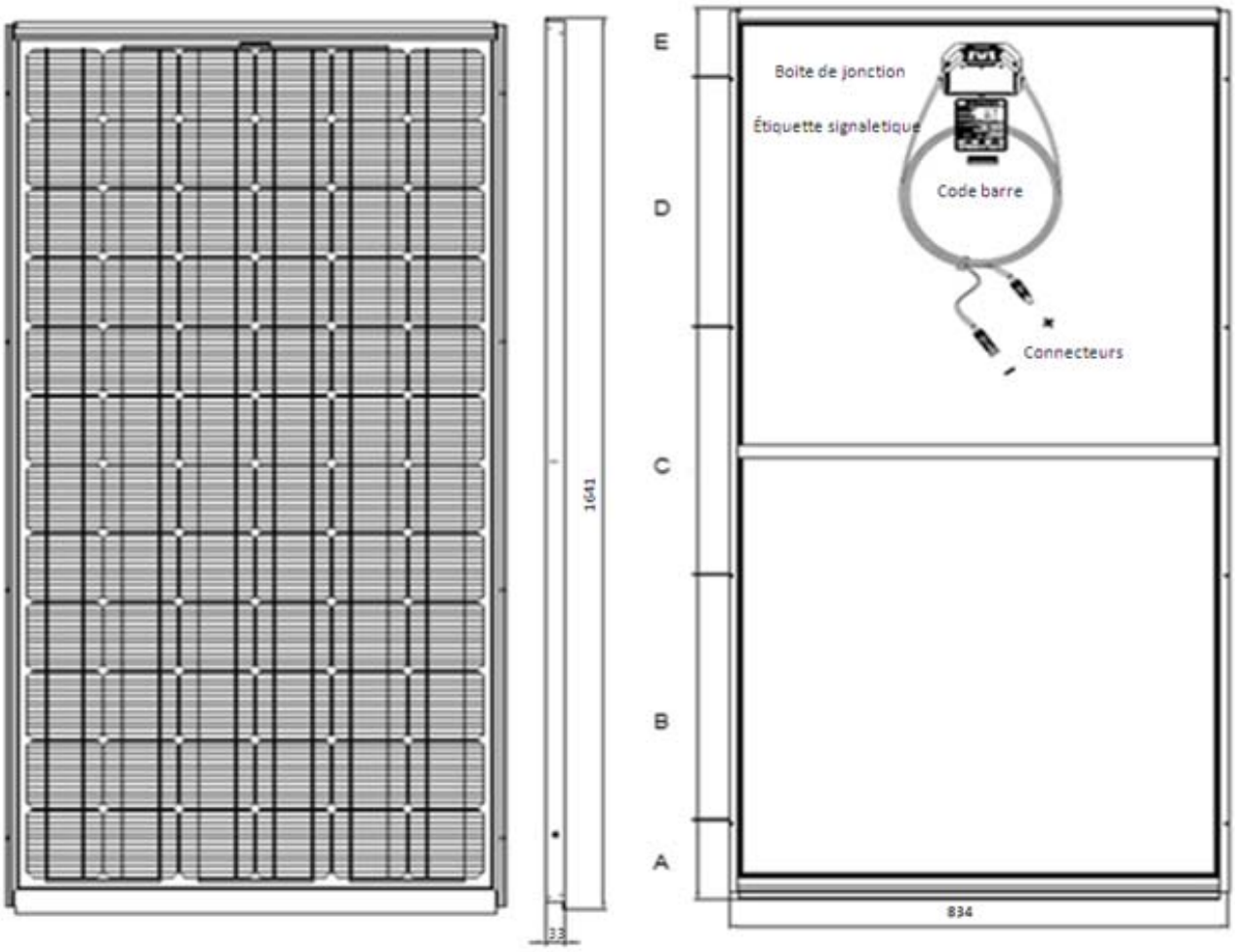
Annulé le : 01/09/2014



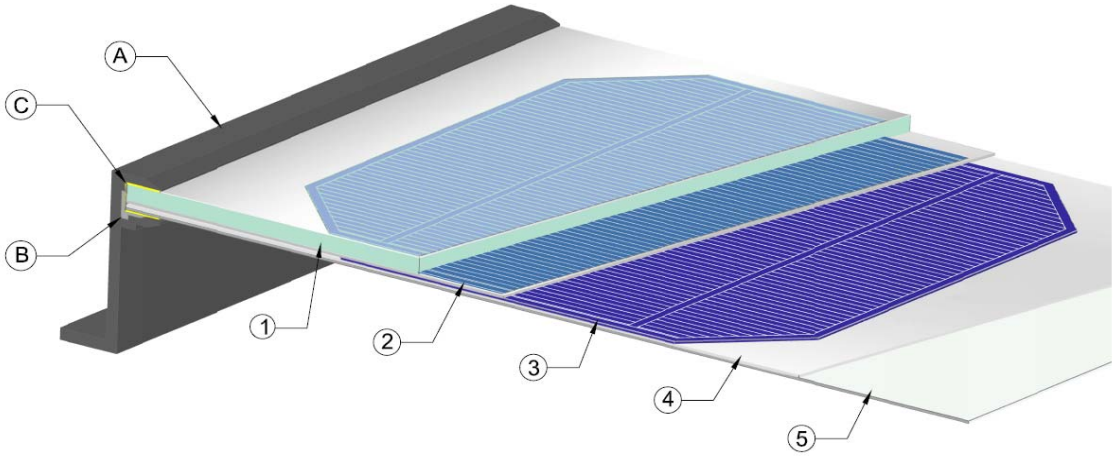
1	Tôle cornière droite	9	Closoir droit
2	Tôle cornière gauche	10	Closoir gauche
3	Tôle supérieure	11	Closoir central
4	Cache de jonction	12	Module photovoltaïque Just Roof
5	Tôle latérale droite	13	Parclose
6	Tôle latérale gauche	14	Insert de finition
7	Tôle latérale inférieure droite	15	Rail de fixation
8	Tôle latérale inférieure gauche		

Figure 2 – Vue éclatée et assemblée du procédé Just Roof^{TM} et de ses tôles d'étanchéité

Annulé le : 01/09/2014



Face avant, vue de coté, face arrière (8 orifices de fixation Ø 4,5 x 8 mm : A : 125 mm, B : 457 mm, C : 457 mm, D : 457 mm, E : 125 mm)



1 Verre de surface	A Élément latéral du cadre Just Roof™
2 Résine intercalaire (couche avant)	B Cale en ABS
3 Cellule photovoltaïque	C Joint de silicone
4 Résine intercalaire (couche arrière)	
5 Film polymère	

Figure 3 – Vues et coupe du module photovoltaïque

Annulé le : 01/09/2014

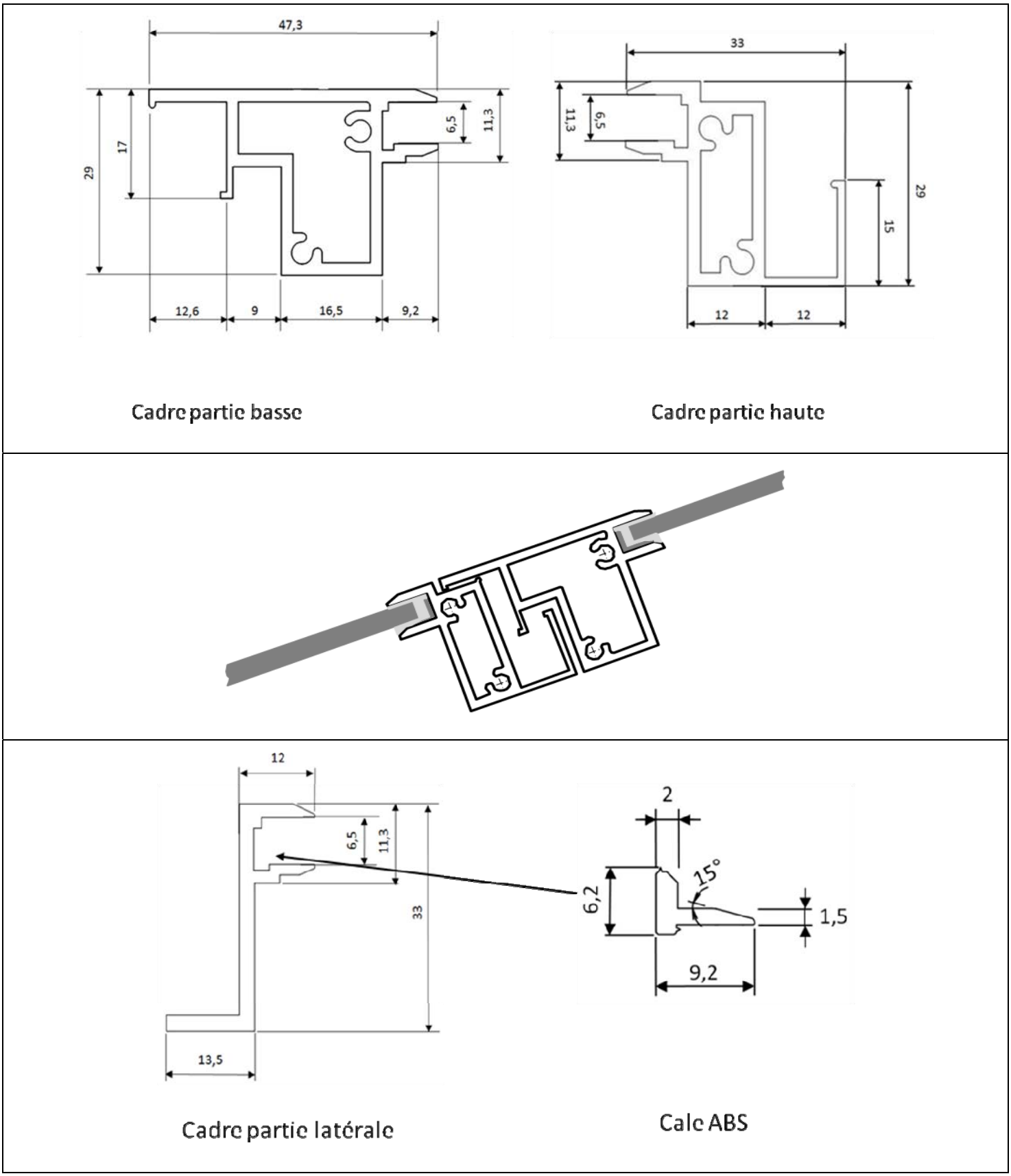
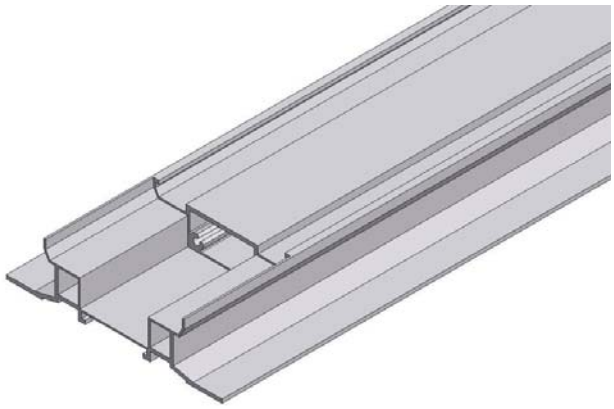
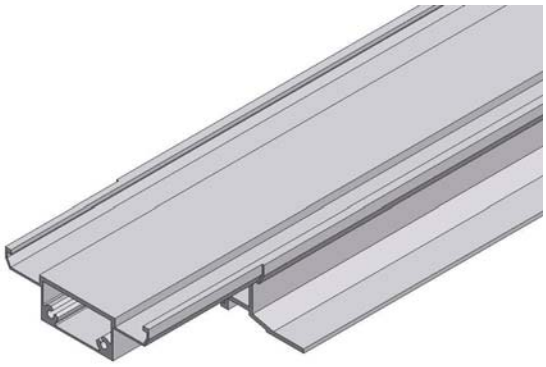


Figure 4 – Vue des profilés du cadre et l'emboîtement entre deux cadres

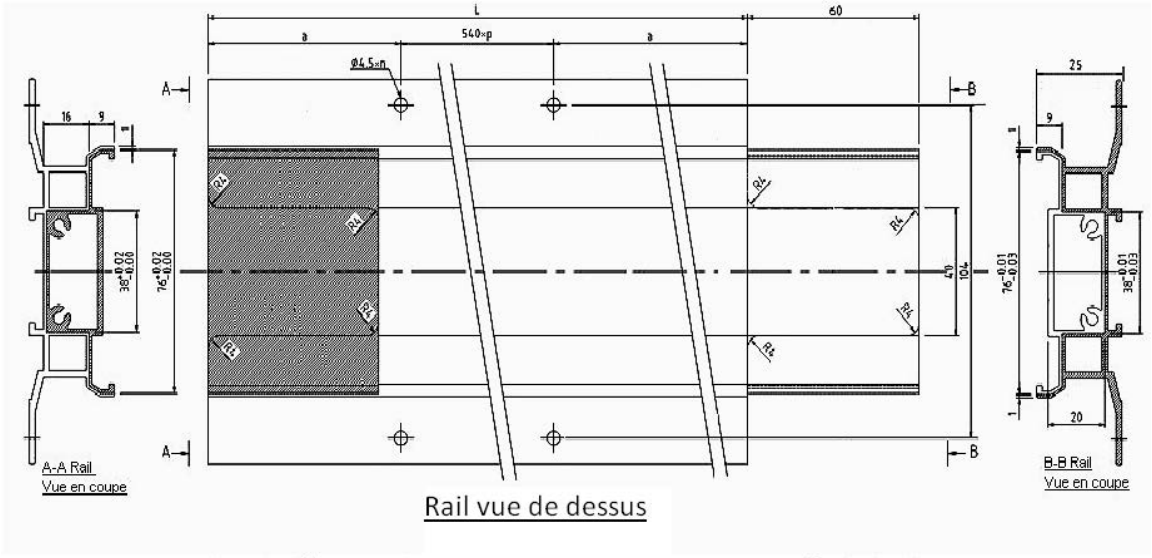
Annulé le : 01/09/2014



Partie femelle (partie haute du rail)



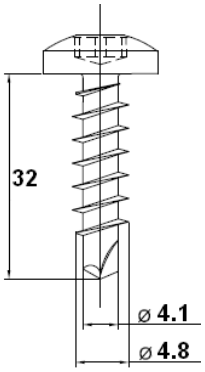
Partie mâle (partie basse du rail)



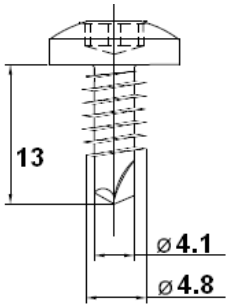
	Longueur (mm)	Nombre de trous	p	a (mm)
Rail 1 (installation d'une ligne de module)	1 621	6	2	270,5

Cotes des trous de fixation des rails du procédé Just Roof

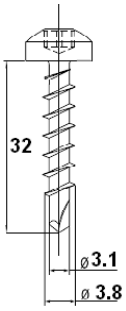
Figure 5 – Vues du rail de fixation



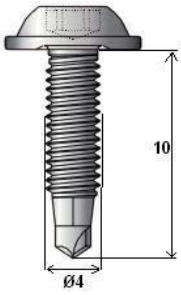
Vis de fixation des rails
4,8 x 32 – 9.5 TORX (MSZ-N1)



Vis de fixation et de mise à la terre des modules
4,8 x 13 – 9.5 TORX (MSZ-N2)

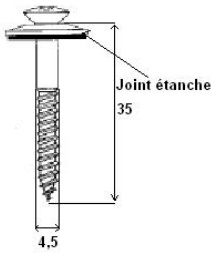


Vis de fixation des parcloses et des inserts de finition
3,9 x 32 – 7.5 TORX (MSZ-N3)

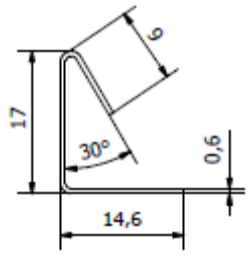


Vis de fixation des tôles cornières et des closoirs
4,0 x 10 - 10 TORX

Attache de fixation pour tôles d'étanchéité



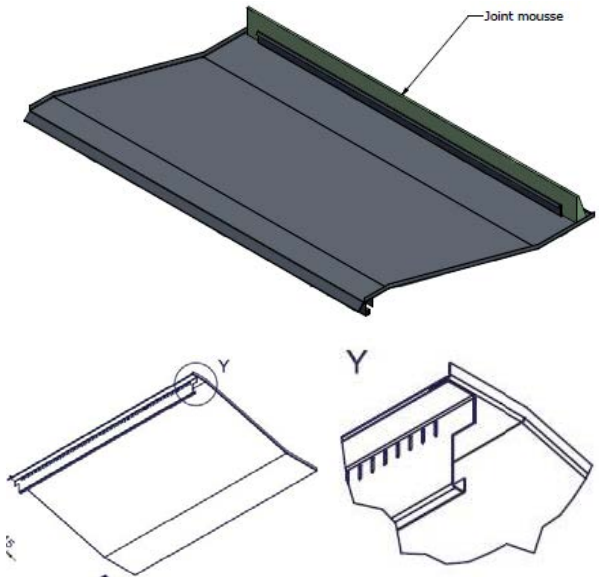
Vis de fixation des caches de jonction
4,5 x 35 – 9.5 TORX



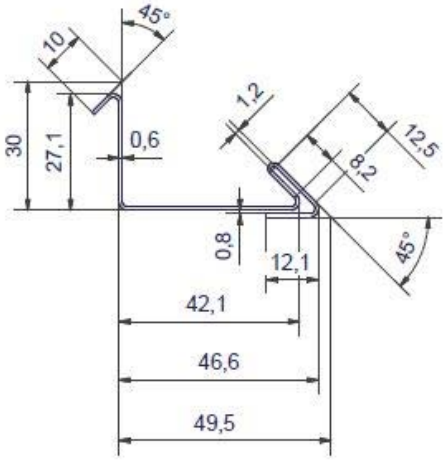
Clip de fixation des tôles supérieures

Figure 6 – Visseries et attache de fixation

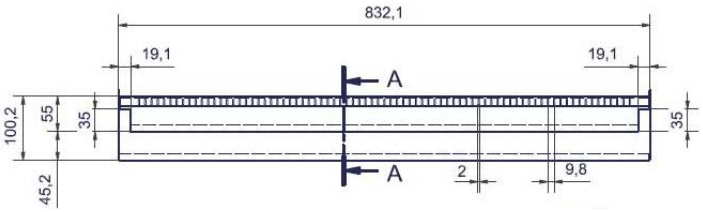
Annulé le : 01/09/2014

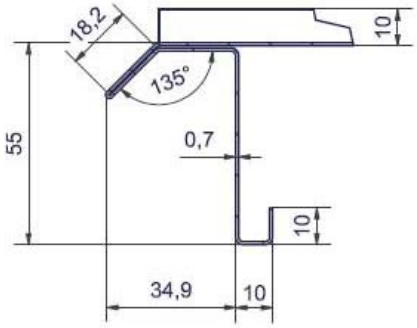


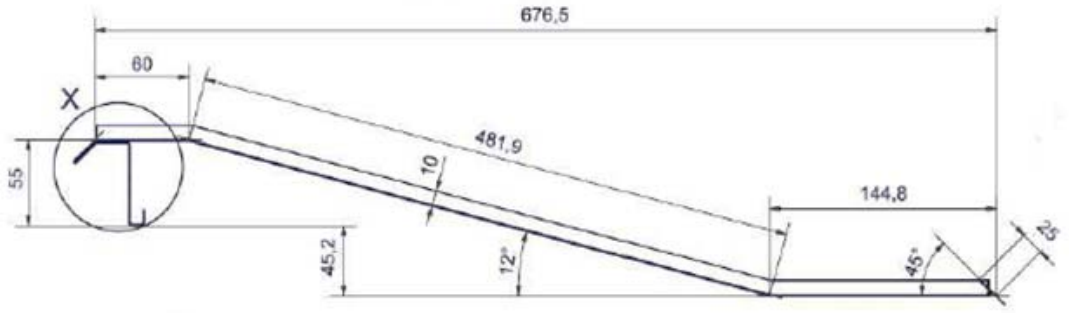
Tôle supérieure centrale



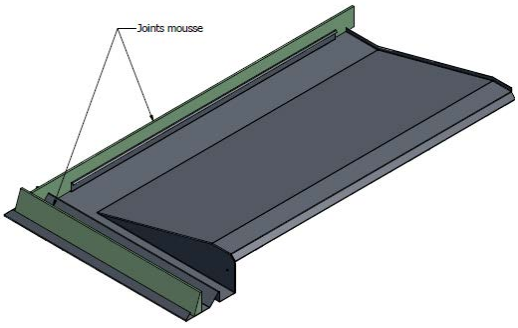
Profil de support de tuiles
(*serti en partie haute de la tôle supérieure*)



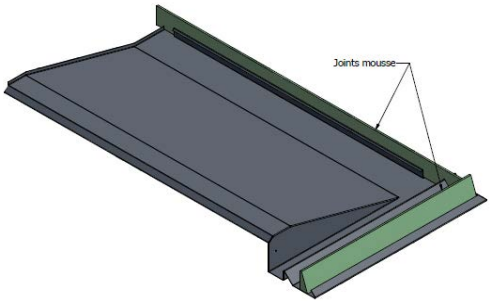




Vue de profil de la tôle supérieure (*dimensions en mm*)



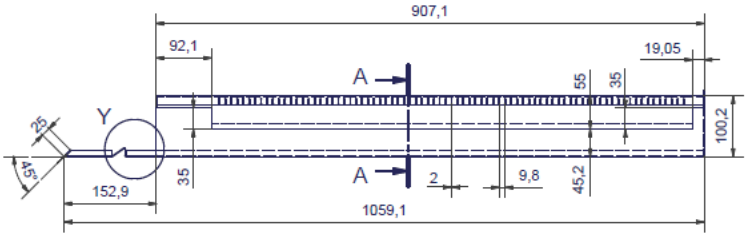
Tôle cornière gauche



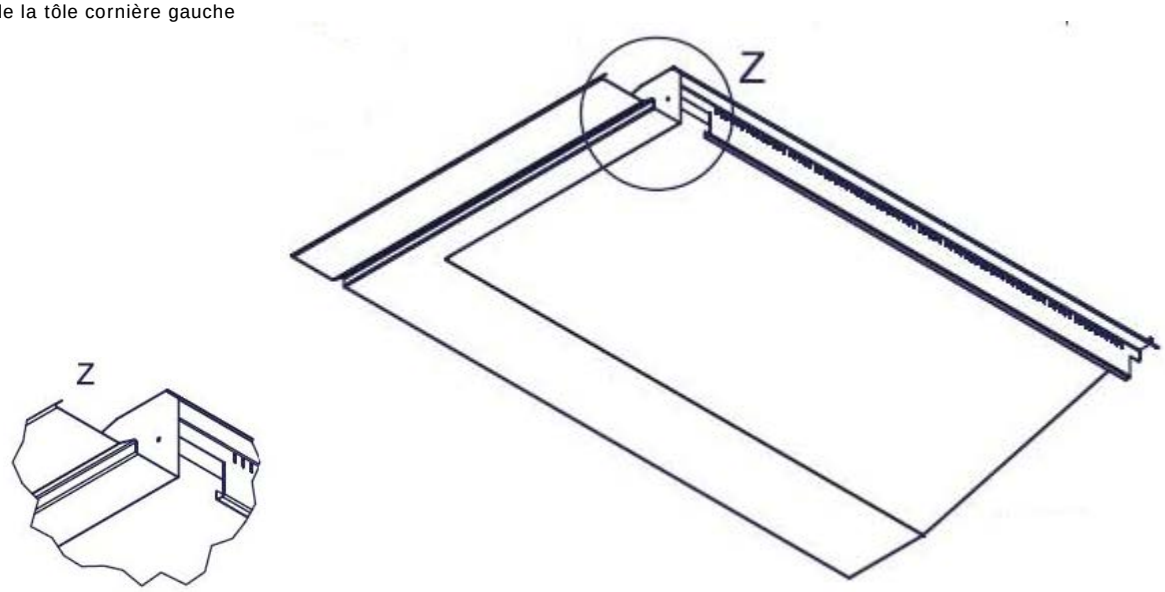
Tôle cornière droite

Figure 7 – Vue des tôles supérieures

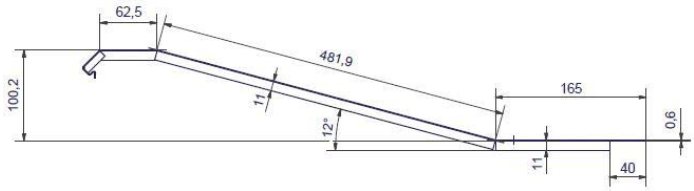
Annulé le : 01/09/2014



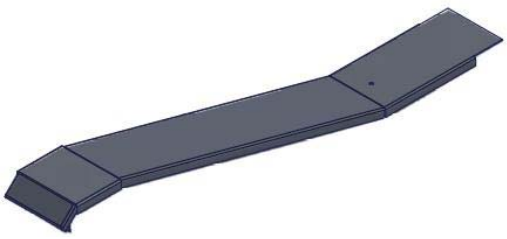
Vue de face de la tôle cornière gauche



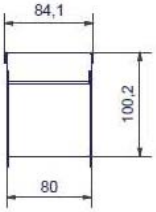
Vue de dessous de la tôle cornière gauche



Vue de profil



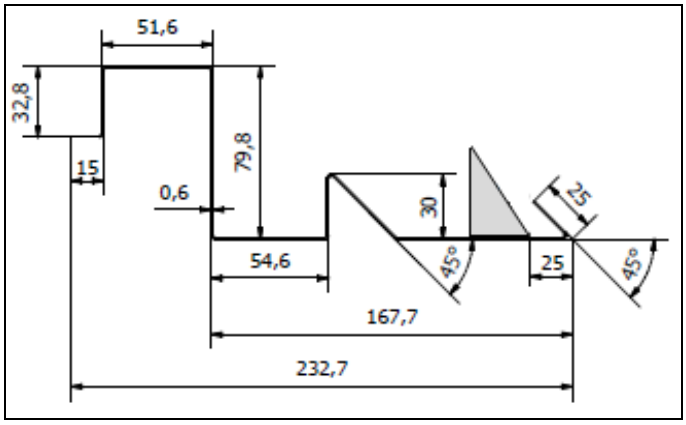
Vue globale



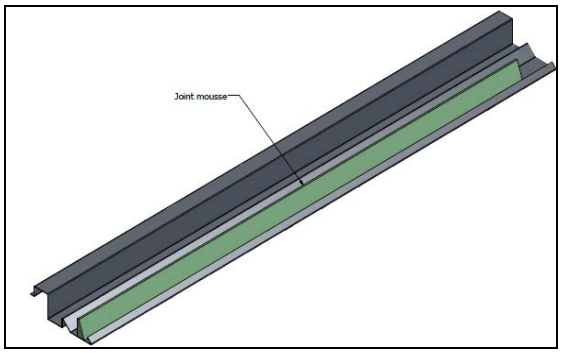
Vue de haut

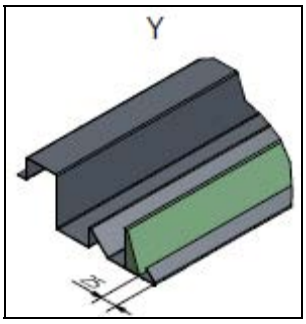
Figure 8 – Vues de la tôle de cornière et cache de jonction

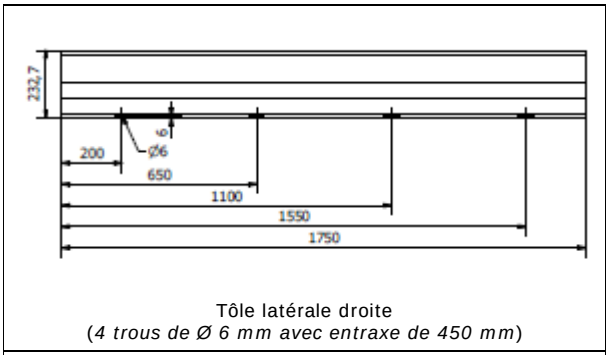
Annulé le : 01/09/2014



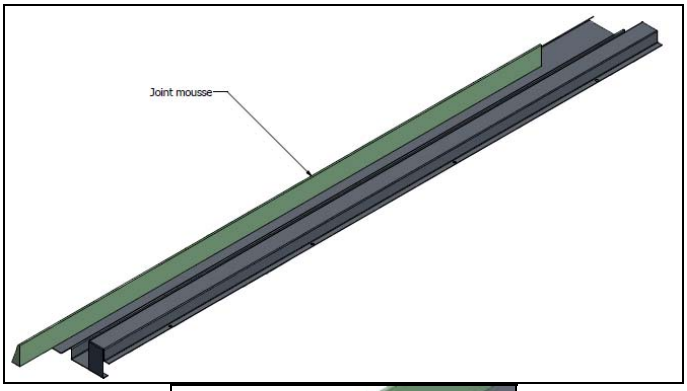
Vue de profil (*dimensions en mm*)

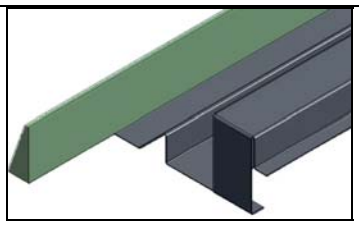




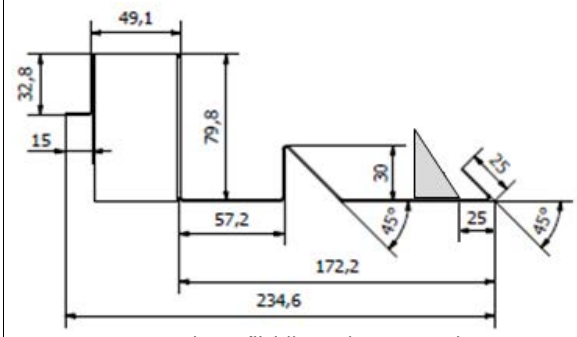


Tôle latérale droite
(*4 trous de Ø 6 mm avec entraxe de 450 mm*)





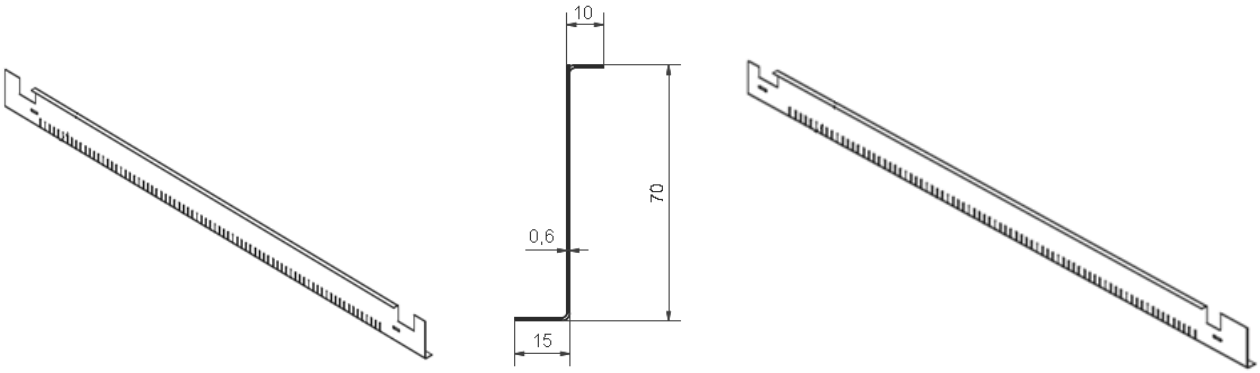
Tôle latérale inférieure gauche



Vue de profil (*dimensions en mm*)

Figure 9 – Vue des tôles latérales

Annulé le : 01/09/2014

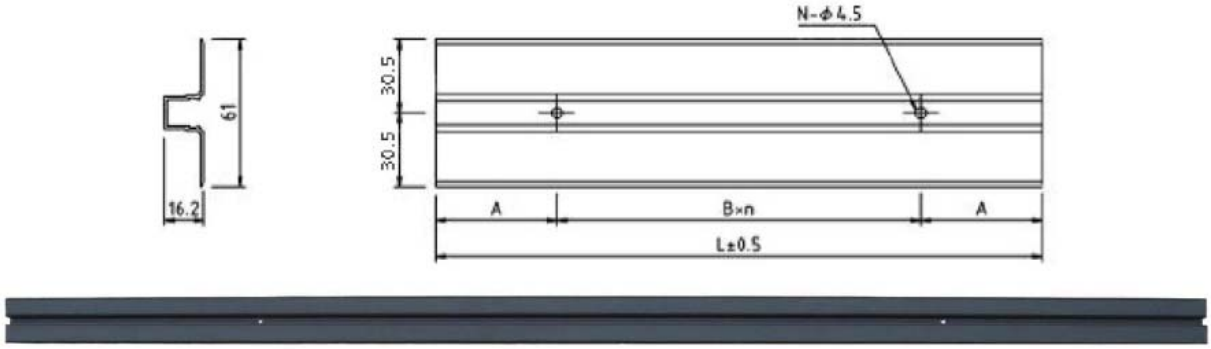


Closoir central

Vue de côté
(dimensions en mm)

Closoir droit

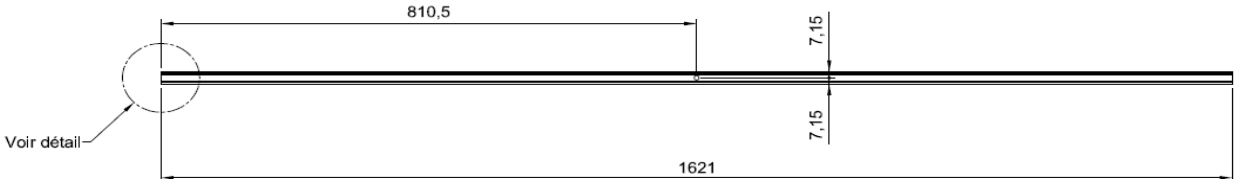
Figure 10 – Vue des closoirs



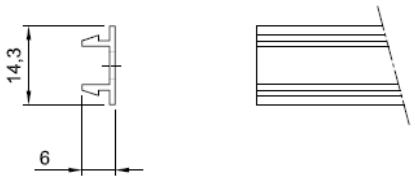
N = nombre d'entraxes de trous sur chaque côté de la parclose

	Longueur (m) L	A	B	n	Nombre de trous
Parclose (1 ligne de modules)	1 621	355,5	910	1	2

Cotes des trous de fixation de la parclose



Détail
Echelle 1/1



	Longueur (mm) M	C
Insert de finition (*1 ligne de modules*)	1 621	810,5

Cotes des inserts du procédé

Figure 11 – Parclose et insert de finition

Annulé le : 01/09/2014

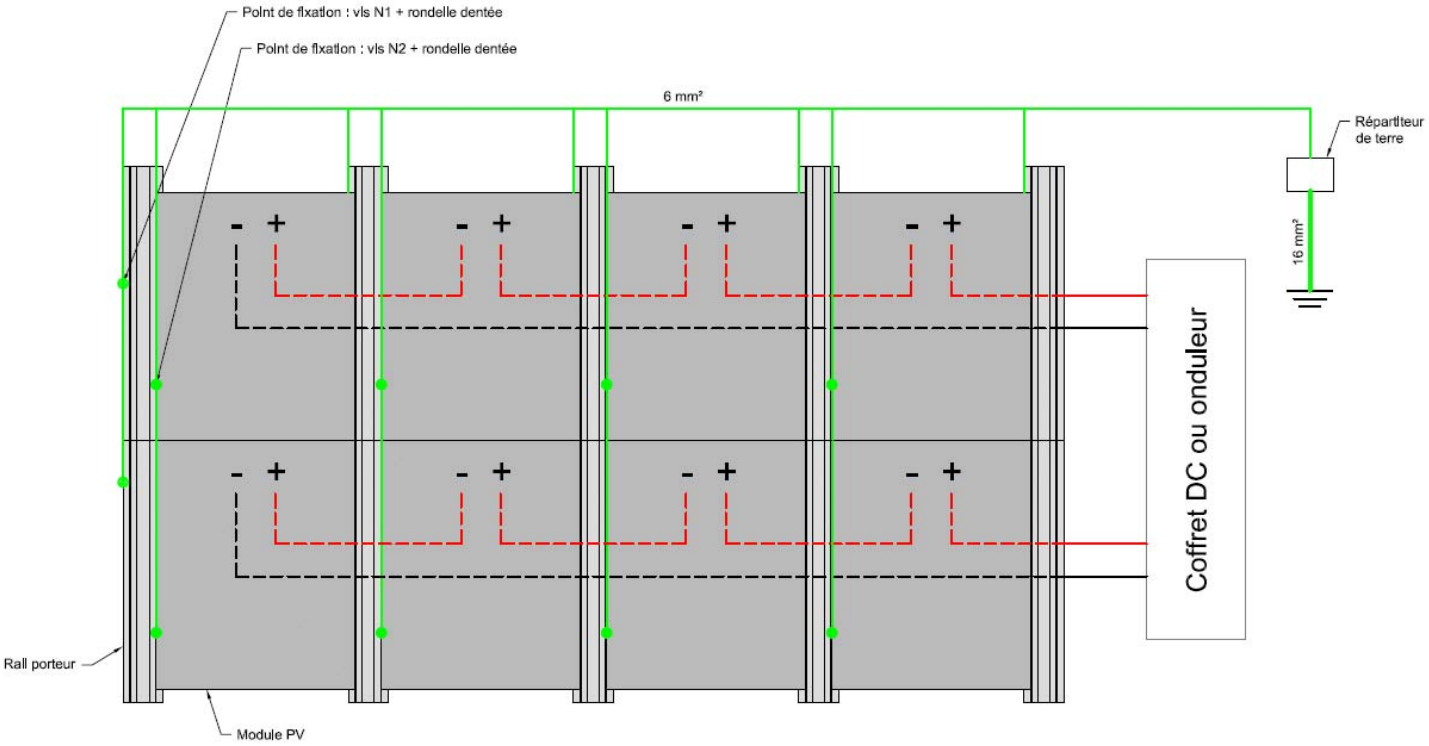

Point de fixation : vis N1 + rondelle dentée
Point de fixation : vis N2 + rondelle dentée
6 mm²
Répartiteur de terre
16 mm²
Coffret DC ou onduleur
Rail porteur
Module PV

Figure 12 – Schéma de câblage des modules et de mise à la terre du procédé Just Roof

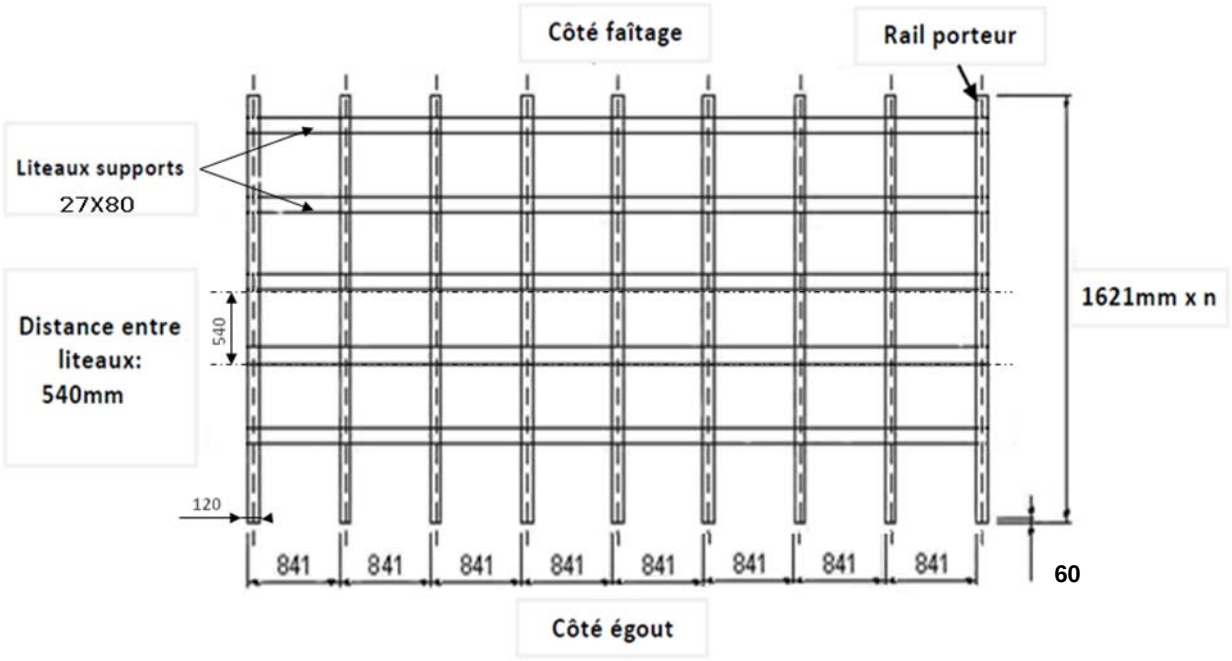


Figure 13 – Positionnement des rails sur la toiture

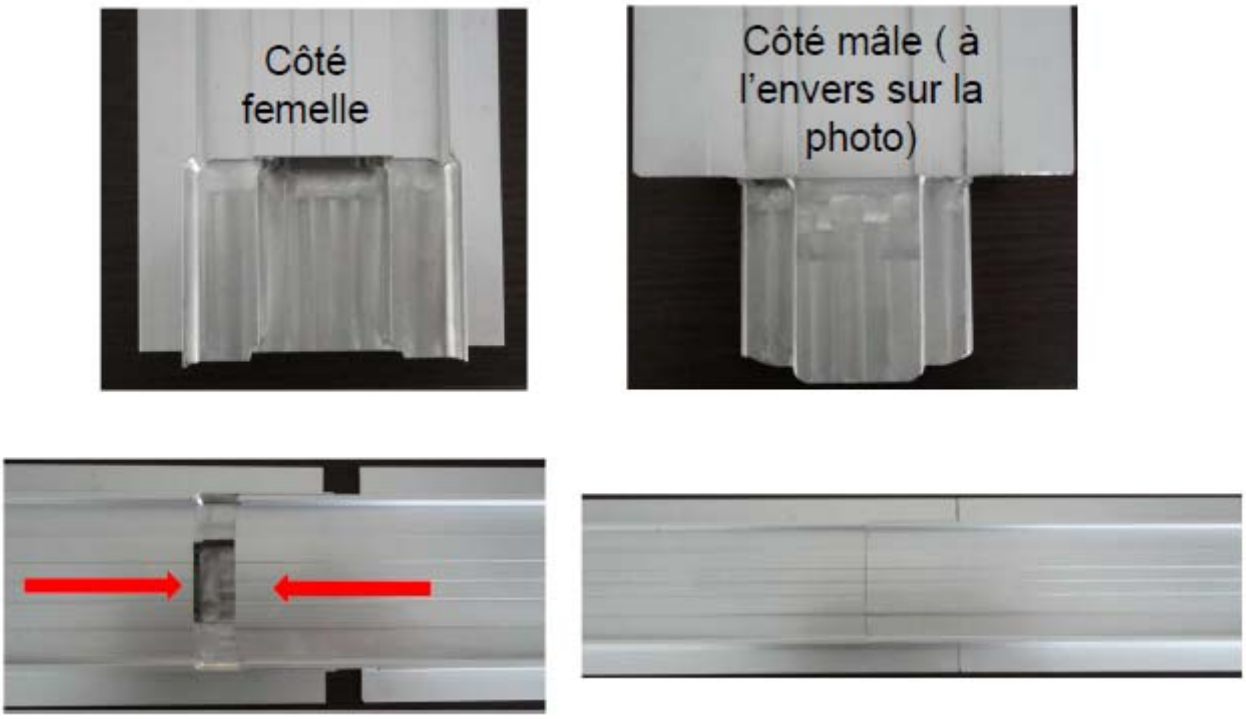


Figure 14 – Emboîtement de deux rails

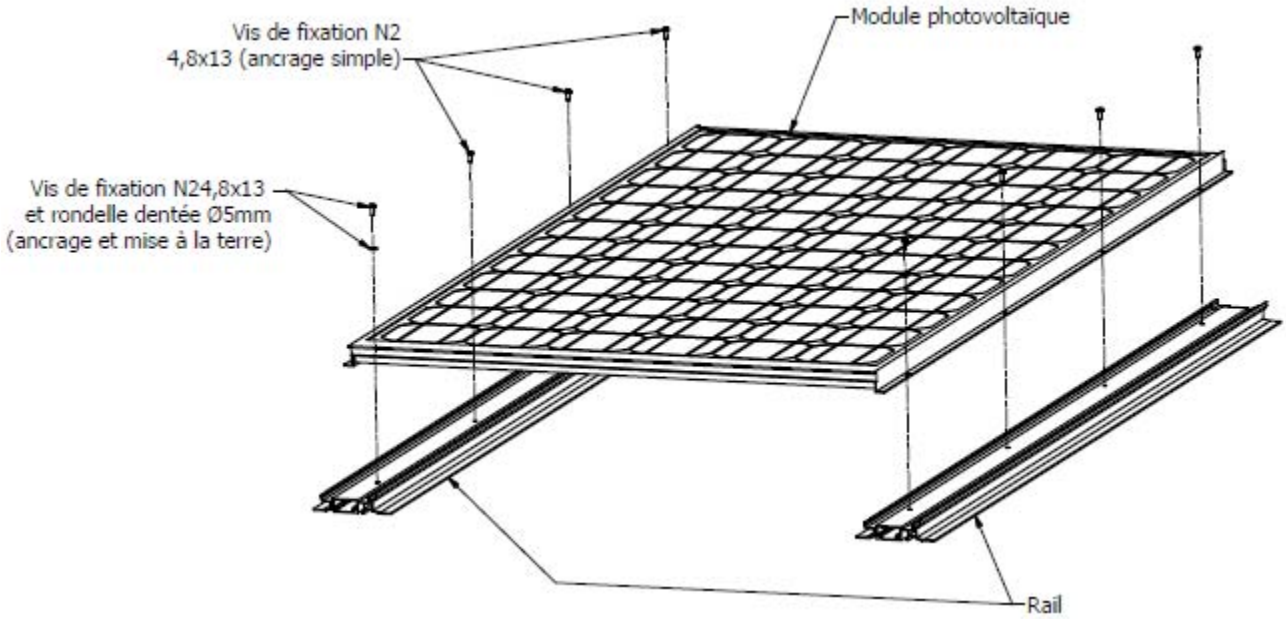


Figure 15 – Fixation des modules aux rails

Annulé le : 01/09/2014

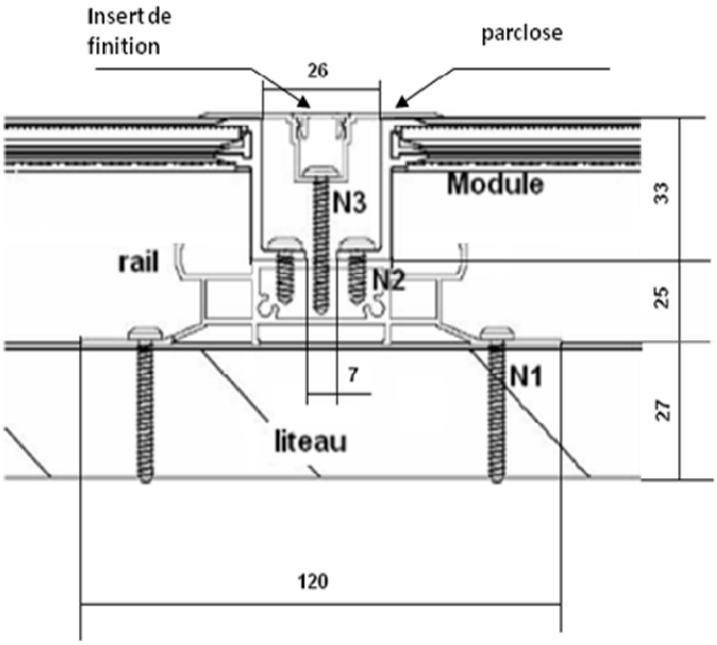
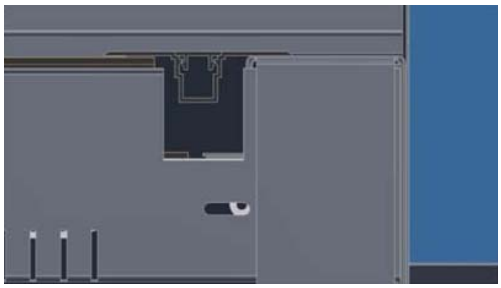
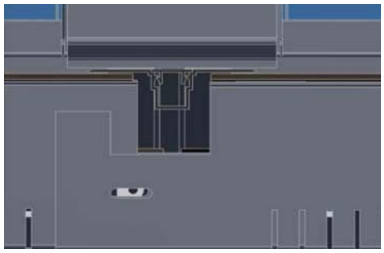


Figure 16 – Jonction des modules avec leur rail





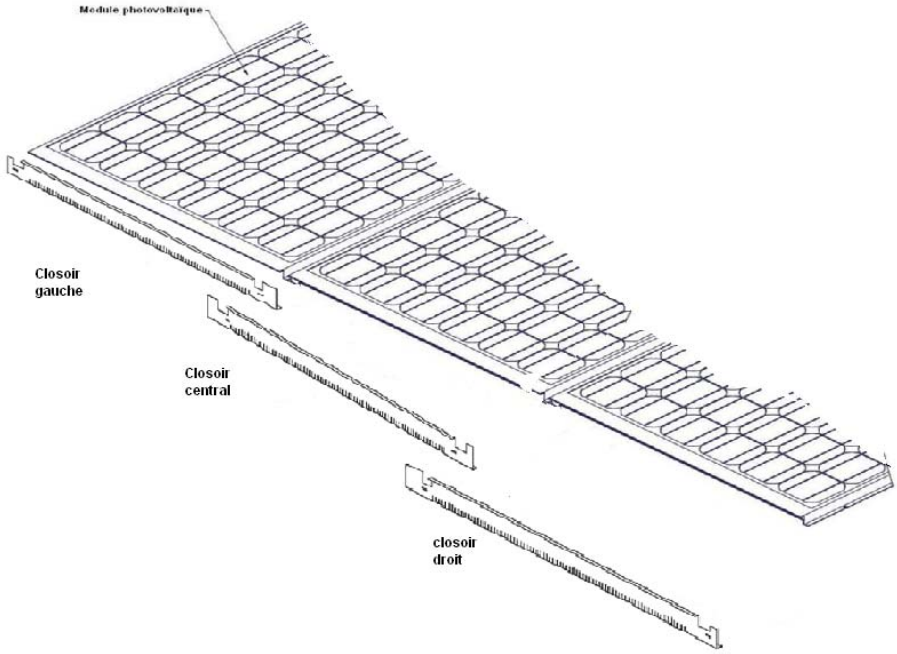


Figure 17 – Pose des closoirs

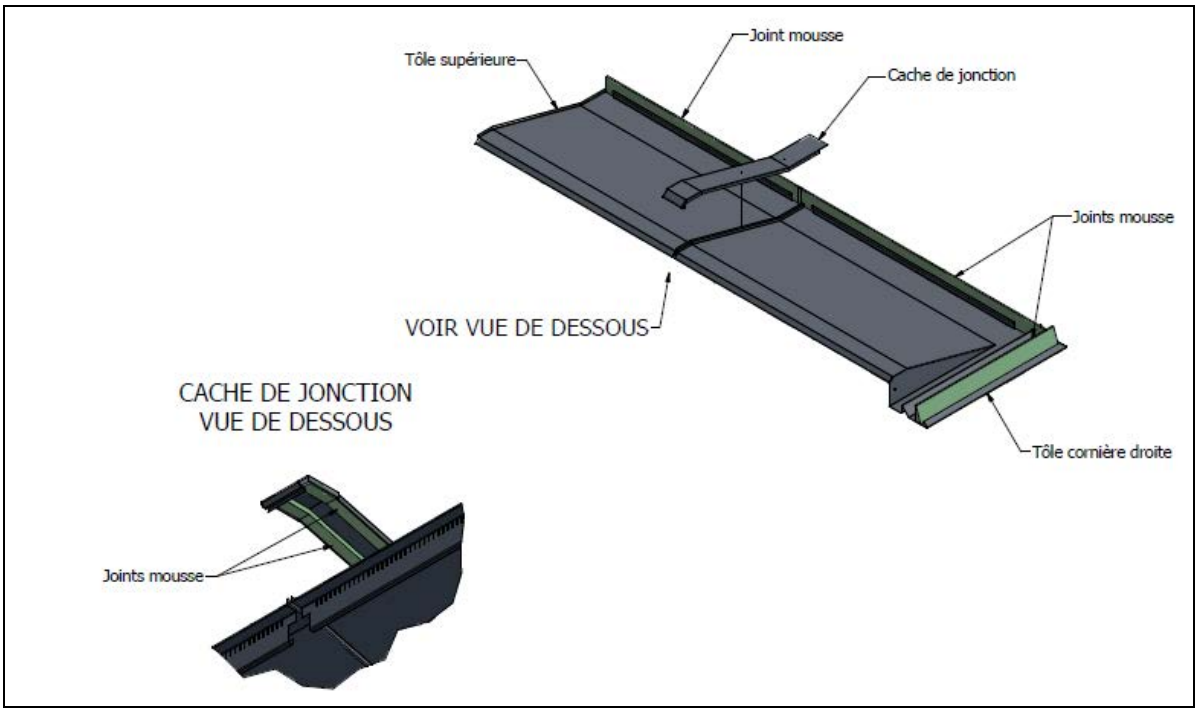


Figure 18 – Assemblage des tôles supérieures

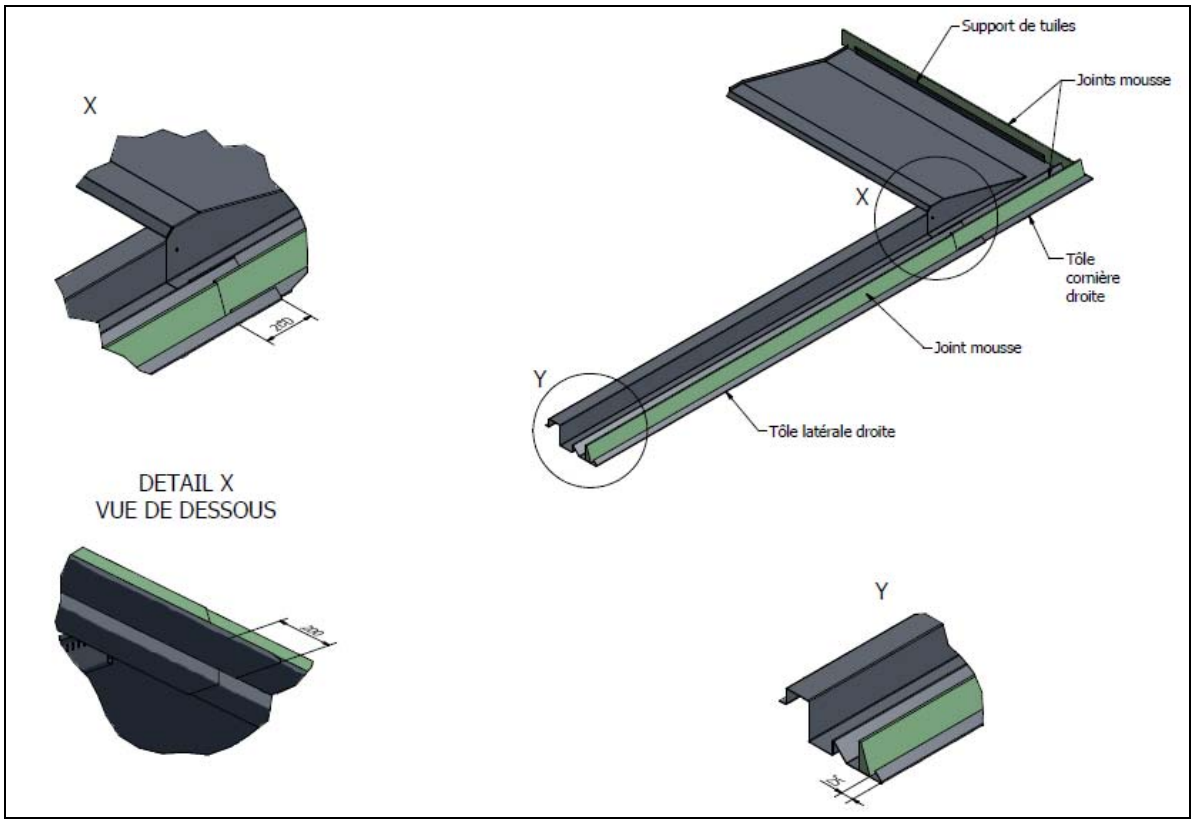


Figure 19 – Assemblage de la tôle supérieure droite avec la tôle latérale droite

Annulé le : 01/09/2014

Annulé le : 01/09/2014

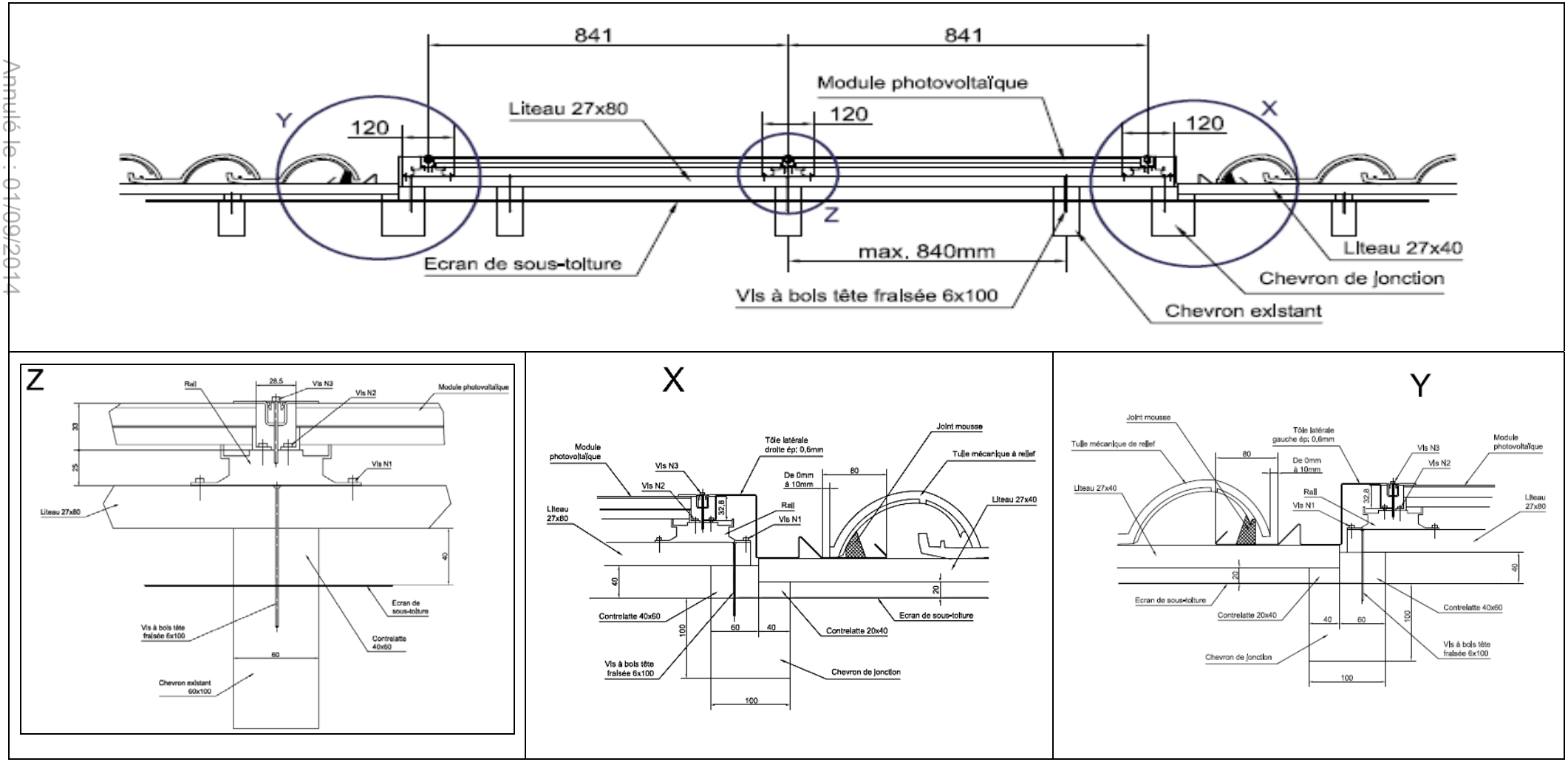


Figure 20A – Toiture neuve - vues en situation (entraxe de 840 mm)

Annulé le : 01/09/2014

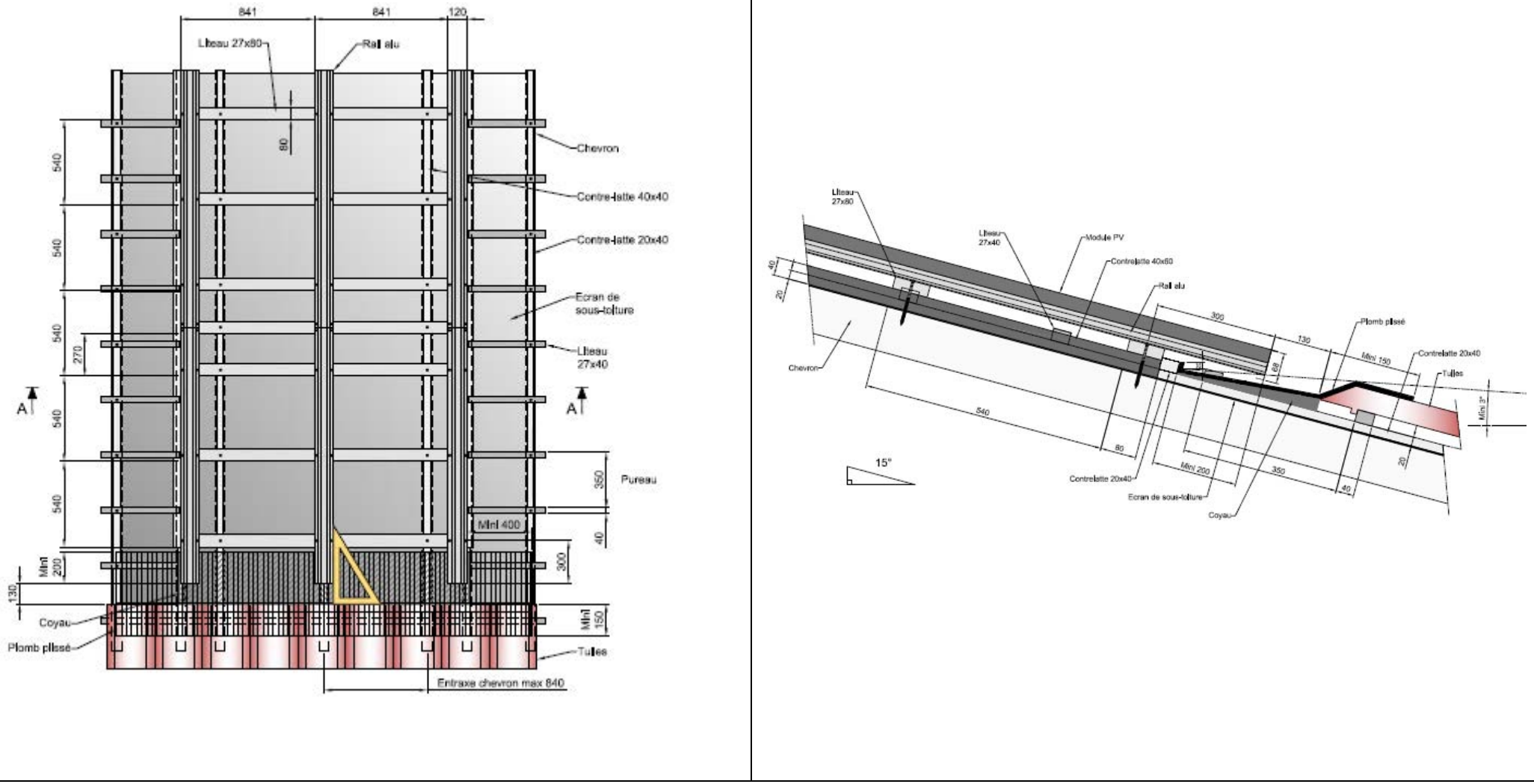
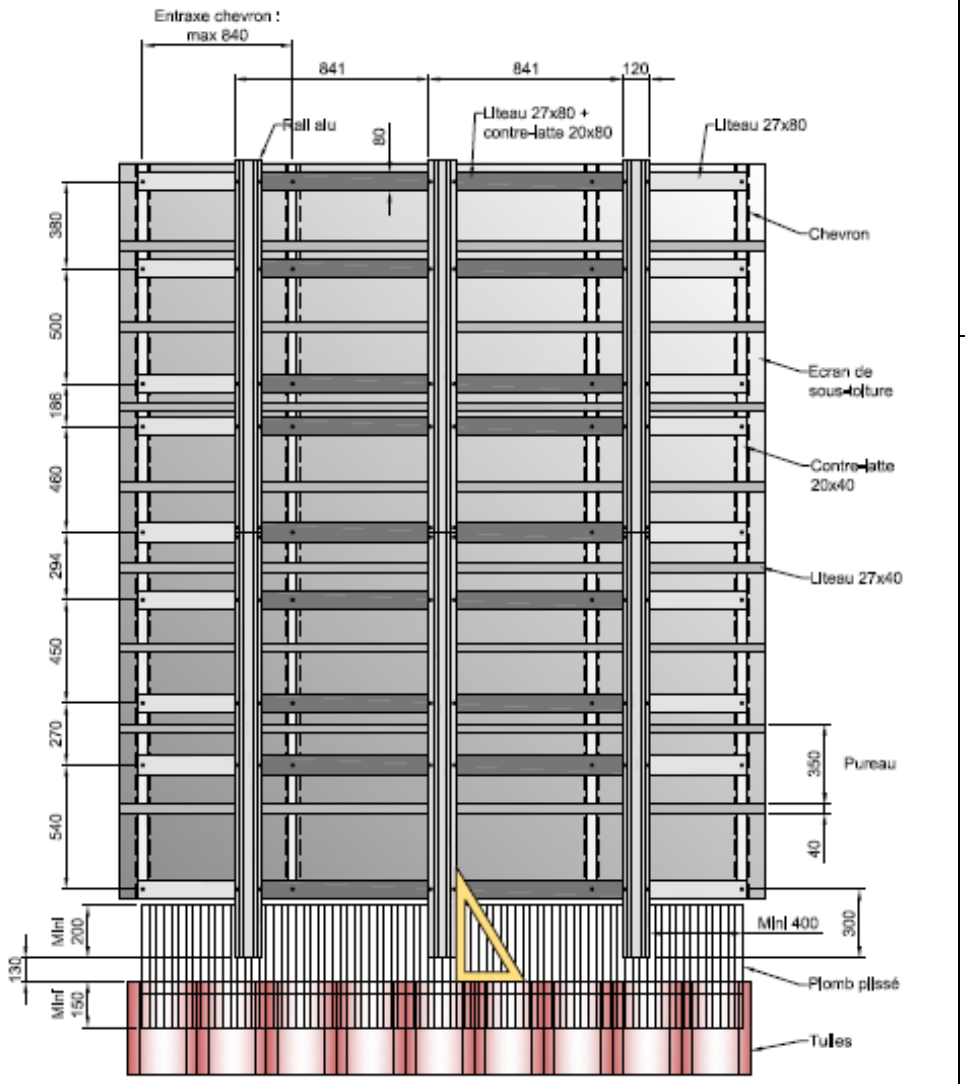
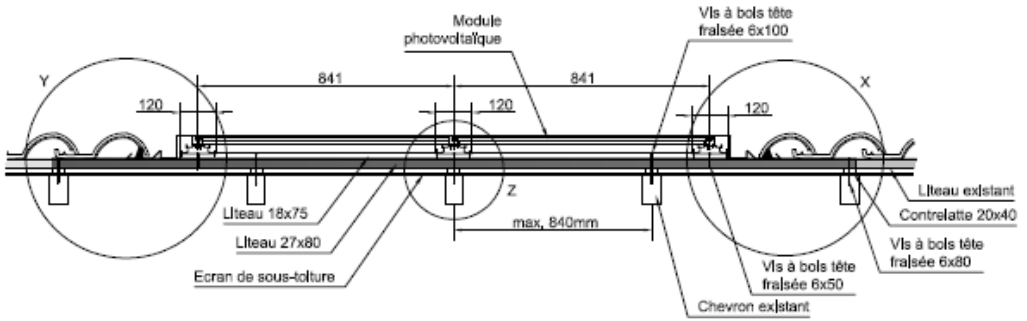


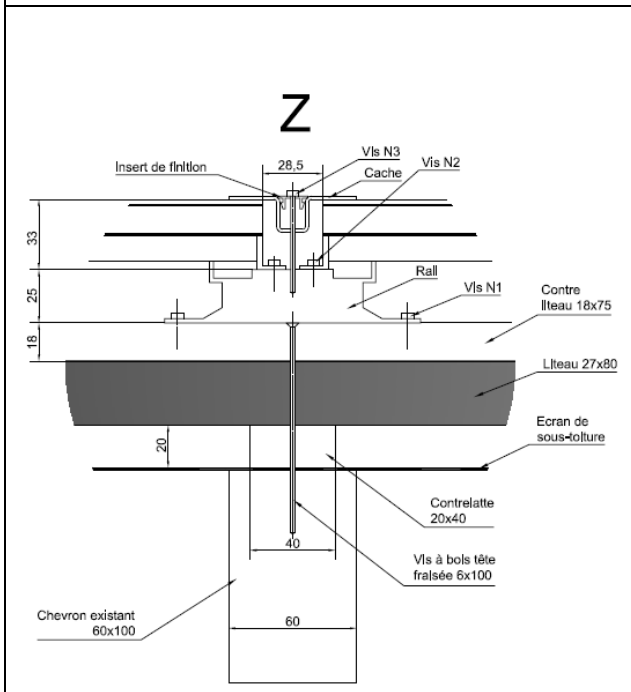
Figure 20B – Toiture neuve - vues en situation

Annule et remplace : 01/09/2014

MONTAGE SUR TOITURE AVEC ECRAN DE SOUS-TOITURE EXISTANT - CAS 2







Annulé le : 01/09/2014

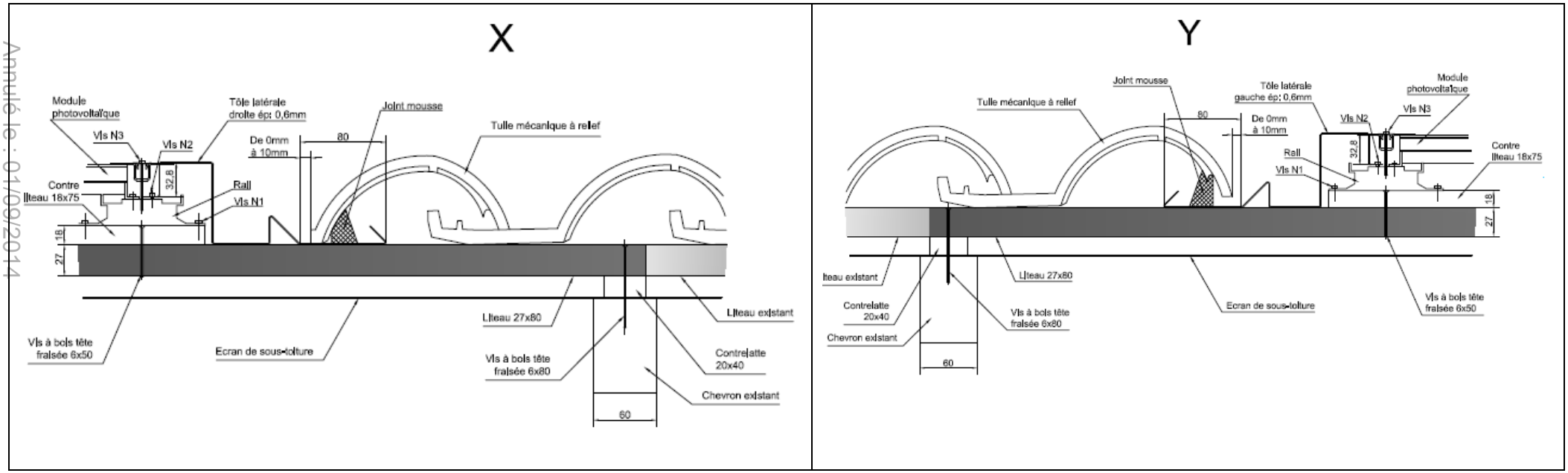
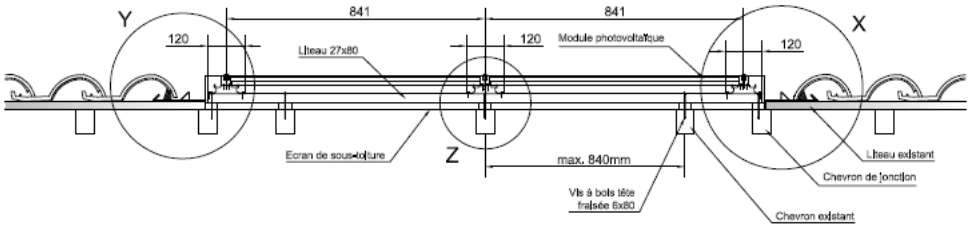
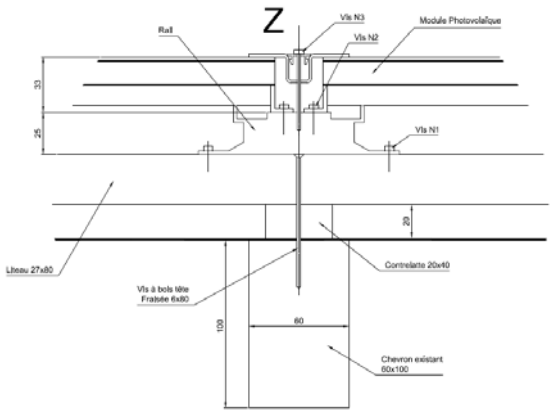


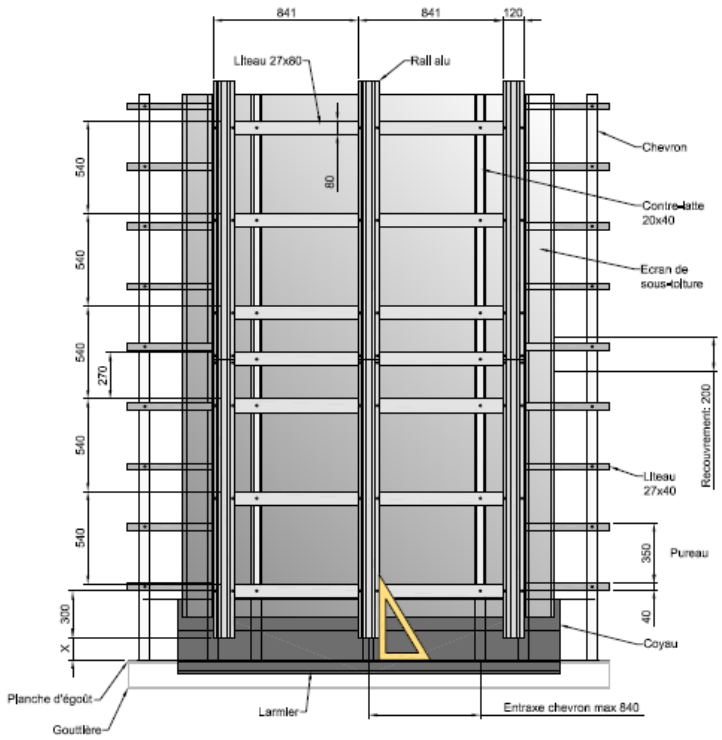
Figure 21 – Toiture avec écran de sous-toiture existant - vues en situation

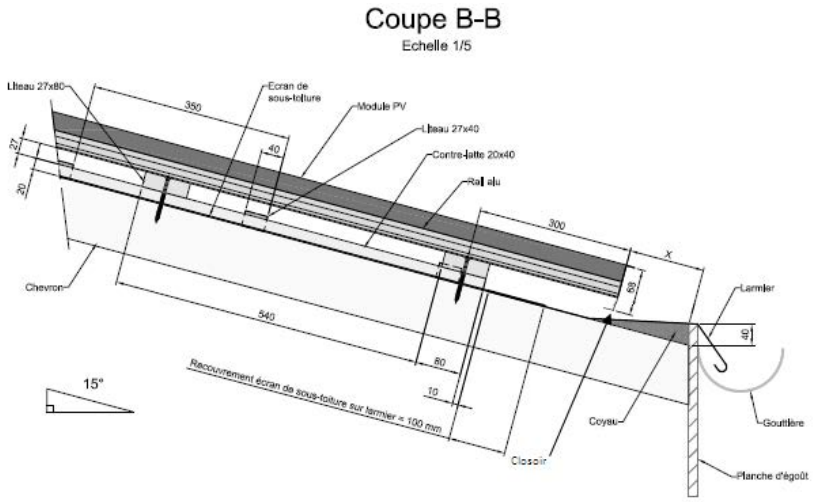
Annulé le : 01/09/2021

MONTAGE SUR TOITURE EXISTANTE AVEC ECRAN DE SOUS TOITURE A AJOUTER – CAS 3









x variant cf § 8.533

Annulé le : 01/09/2014

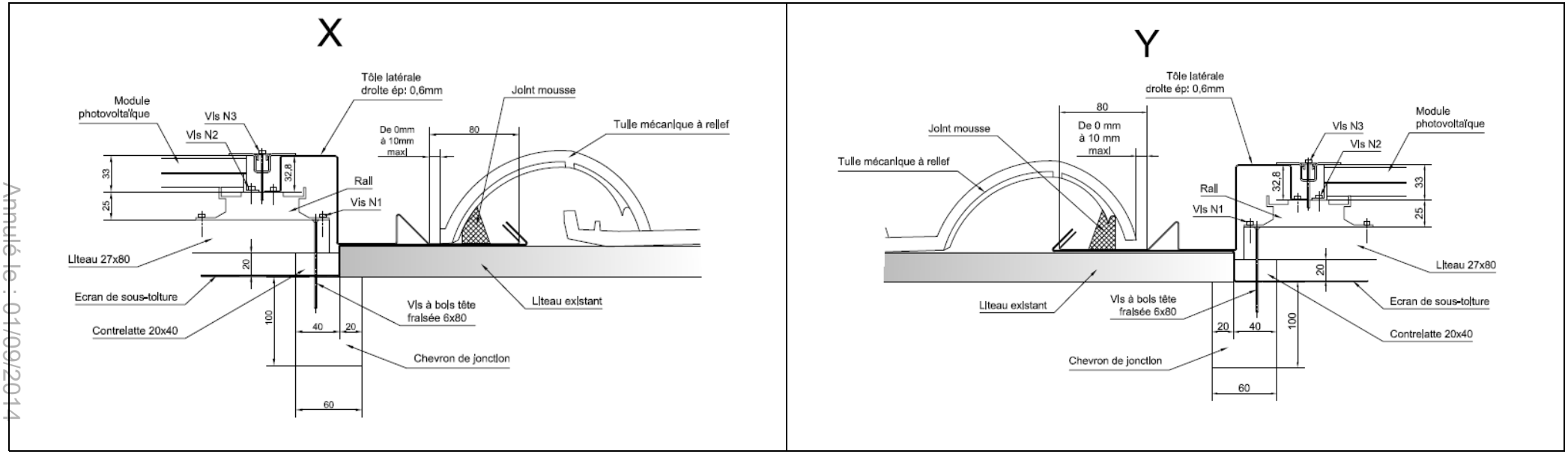


Figure 22 – Toiture existante avec écran de sous toiture à ajouter - vues en situation

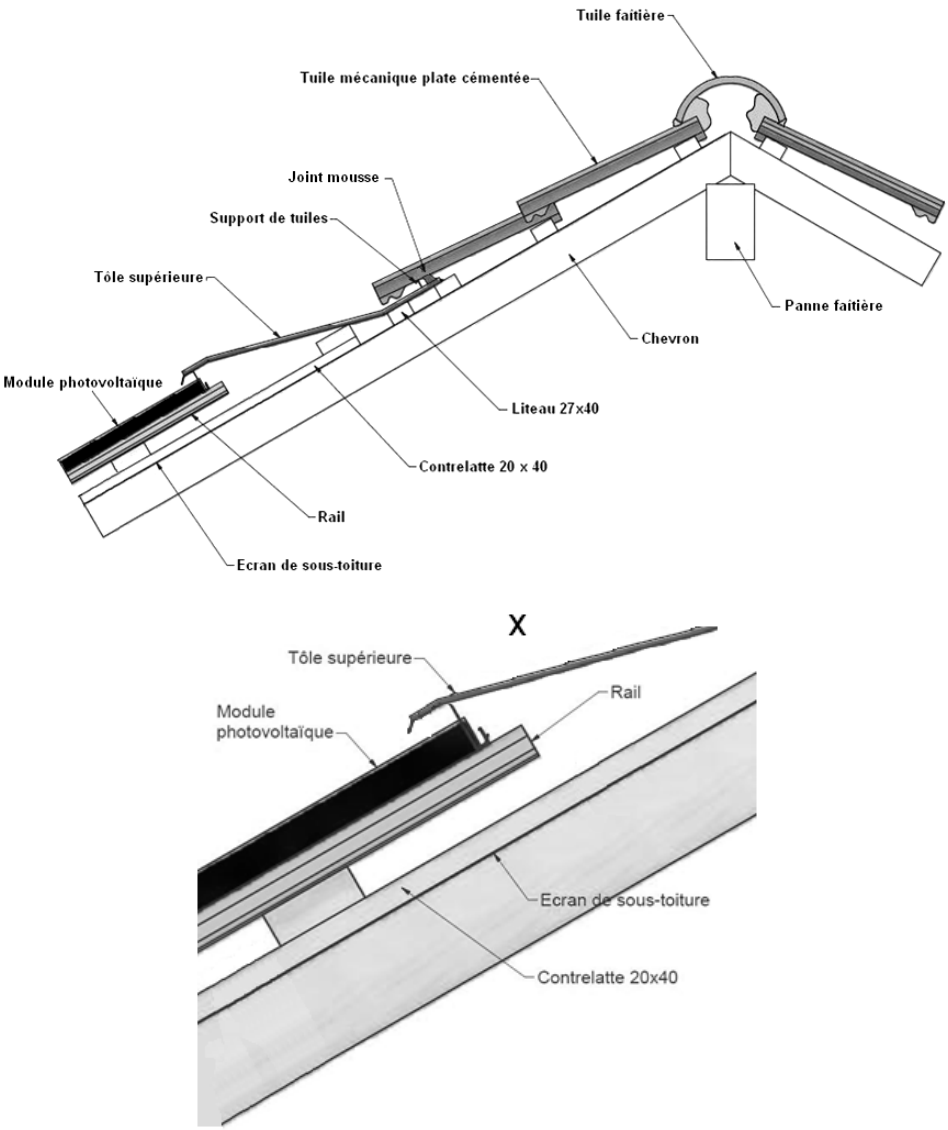


Figure 23 – Vue de procédé en partie supérieure

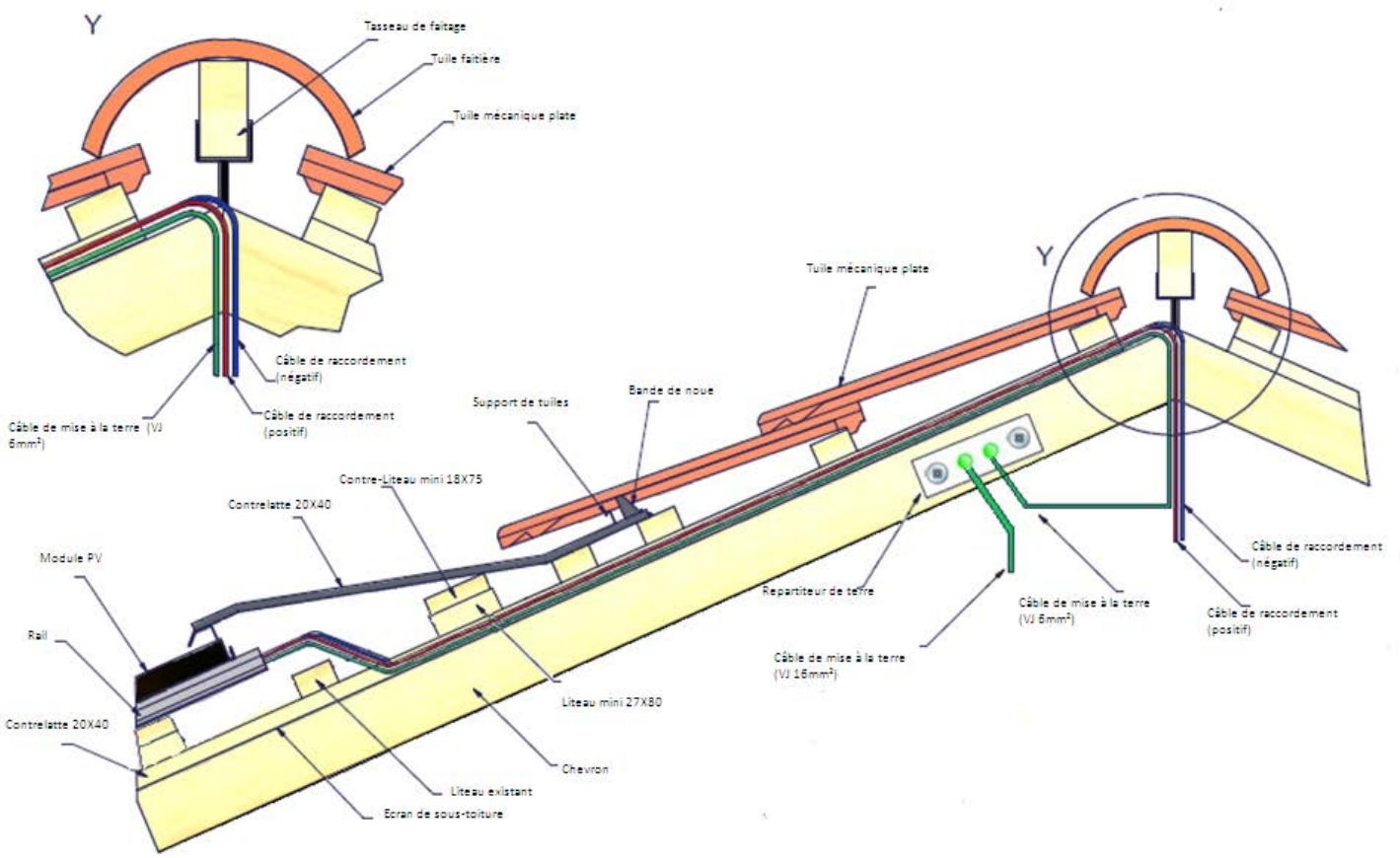


Figure 24 – Passage des câbles électriques sous les tuiles

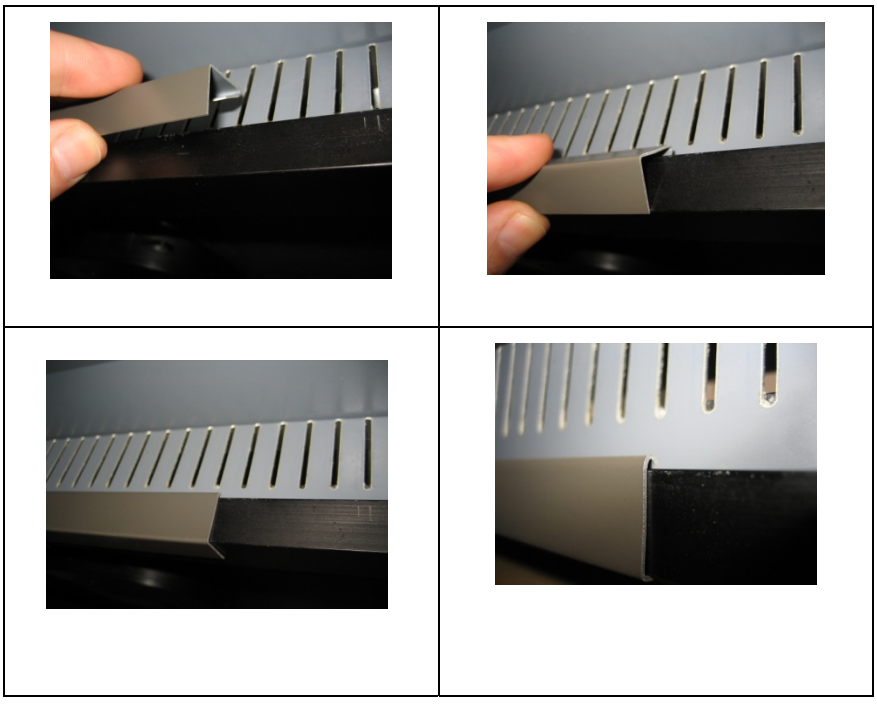


Figure 25 – Mise en œuvre du clip de fixation sur les tôles supérieures

Annulé le : 01/09/2014